

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE
ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE
LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS”**

AUTOR

CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL

ORCID: 0009-0005-2044-0534

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

ASESOR

DR. ING. REYNALDO MELQUIADES REYES ROQUE

ORCID: 0000-0002-9408-0069

LINEA Y SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN

INGENIERÍA DE TRANSPORTES

HUARAZ – PERÚ

2024





**UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO
01	324

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 320

En la ciudad de Huaraz, al (a los) 22 día (s) del mes de

MAYO del DOS MIL VEINTICUATRO, siendo las 11:00 horas, se reunieron el

Jurado Evaluador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. JOAQUÍN SAMUEL TÁMARA RODRÍGUEZ

PRIMER MIEMBRO : Mag. WALTHER TEÓFILO MAGUIÑA SALAZAR

SEGUNDO MIEMBRO : Mag. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO

Para proceder al Acto de Sustentación para optar el Título Profesional de INGENIERO(A) CIVIL, bajo la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional, del (de la) Bachiller

CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL

(de la Tesis) - (del Trabajo de suficiencia profesional) titulada:

"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS".

desarrollada bajo el asesoramiento de:

ASESOR : Dr. REYNALDO MELQUIADES REYES ROQUE

CO - ASESOR : -----

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes, objeciones y aclaraciones y su absolución, el Jurado Evaluador determinó la calificación de:

APROBADO

Siendo las 12:15 horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado, en señal de conformidad.

PRÉSIDENTE
Dr. JOAQUÍN SAMUEL TÁMARA RODRÍGUEZ

PRIMER MIEMBRO
Mag. WALTHER TEÓFILO MAGUIÑA SALAZAR

SEGUNDO MIEMBRO
Mag. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO

ASESOR
Dr. REYNALDO MELQUIADES REYES ROQUE

CO - ASESOR

SUSTENTANTE
CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL





UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
"Unasam Generando Conocimiento y Progreso"
UNIDAD DE INVESTIGACION DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Ciudad Universitaria de Shancayán – Teléfono (043) 640020 anexo 1602



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Constancia de Similitud N° CS-009-2024/UI-FIC

Huaraz, 03 de Mayo del 2024.

CERTIFICADO DE SIMILITUD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNASAM, **deja constancia** que la tesis titulada **"RESISTENCIA A LA COMPRESION Y EL MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"** desarrollada por **MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO** identificado con código 151.0904.730, que será sustentada el 22 de Mayo del 2024, cuenta con **9%** de similitud según el informe de originalidad¹ y reporte de similitud² de fecha 23 de Abril del 2024, elaborado por su Asesor de Tesis **Dr. Ing. Reynaldo Melquiades Reyes Roque**.

Se emite este documento como requisito para presentar y sustentar la tesis, según lo establecido por el Art. 7.e del Reglamento de Originalidad y/o Grado de Similitud de la Producción Académica, Científica e Investigativa en la UNASAM³.

Asimismo, se expide la presente, a solicitud de la tesista para que se continúe el trámite correspondiente.

Atentamente,



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Dr. Ing. DAVID...
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Cc.

Archivo digital
RADB/JUI-FIC

¹ Anexo N° 01/02. Informe de originalidad.

² Anexo N° 02/02. Reporte de similitud.

³ Aprobada por RCU-R N° 126-2022-UNASAM del 25 feb 2022.



Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

Resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión para optimizar el control de la resistencia de diseño en pavimentos rígidos

Presentado por: Cristian Augusto Elias Mallqui Gabriel

con DNI N°: 70138369

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11 ° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de :9%..... de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje		Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 24/05/2024


FIRMA
Apellidos y Nombres: Reyes Roque Reynaldo Melquiades
DNI N°: 31658163

Se adjunta:
1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS_Mallqui Gabriel Cristian Augusto.pdf

AUTOR

CRISTIAN MALLQUI GABRIEL

RECUENTO DE PALABRAS

37047 Words

RECUENTO DE CARACTERES

178077 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

194 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.2MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 23, 2024 6:28 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 23, 2024 6:30 PM GMT-5

● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

DEDICATORIA

A Dios, por siempre acompañarme en los momentos difíciles y por haberme dado salud y fortaleza, para concluir este peldaño de mi vida profesional.

A mis amados padres, Eliazar Mallqui y Neofita Gabriel; a quienes estaré eternamente agradecido por estar siempre a mi lado, gracias por las enseñanzas y consejos, su apoyo incondicional fue fundamental para lograr esta meta.

A mi hermano Luis que es fuente de inspiración y ejemplo de perseverancia, a mi hermana Rocio, esperando ser un ejemplo a seguir para su vida profesional.

A Camila, por su apoyo y motivación constante.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial al Dr. Ing. Reynaldo Reyes Roque por ser un mentor y profesional de calidad, gracias por el tiempo, las enseñanzas y la motivación incondicional para la elaboración de la presente tesis.

A mis compañeros y docentes de mi querida facultad de ingeniería civil que fueron pilares fundamentales para mi formación profesional.

A los miembros del equipo 3R Geoingeniería S.A.C. por su apoyo brindado en la ejecución de los ensayos de laboratorio.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. Descripción del problema.....	4
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema General.....	5
1.2.2. Problemas Específicos	5
1.3. Importancia y justificación de la investigación.....	5
1.3.1. Justificación práctica.....	6
1.3.2. Justificación metodológica.....	6
1.3.3. Justificación económica	6
1.3.4. Justificación social	7
1.3.5. Justificación ambiental.....	7
1.4. Delimitaciones del estudio	7
1.5. Objetivos	8
1.5.1. Objetivo general:.....	8
1.4.2. Objetivos específicos:	8
II. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes de la Investigación	9
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	9
2.1.2. Antecedentes Nacionales	10
2.2. Bases teóricas	11
2.2.1. Concreto.....	11
2.2.2. Diseño de mezcla	19
2.2.3. Resistencia a la compresión del concreto	27
2.2.4. Resistencia a la flexión del concreto (Módulo de rotura).....	28
2.2.5. Pavimento rígido.....	30
2.3. Definición de términos	32
2.4. Hipótesis.....	33

2.4.1.	Hipótesis General.....	33
2.4.2.	Hipótesis Especificas	33
2.5.	Variables.....	34
2.5.1.	Variable Independiente	34
2.5.2.	Variable Dependiente.....	34
2.6.	Operacionalización de variables.....	34
III.	METODOLOGÍA	36
3.1.	Tipo de investigación	36
3.1.1.	Método de la Investigación.....	36
3.1.2.	Enfoque de la Investigación.....	36
3.1.3.	Nivel de la Investigación	36
3.1.4.	Diseño de la Investigación	36
3.1.5.	Orientación de Investigación	36
3.2.	Población y Muestra.....	37
3.2.1.	Población.....	37
3.2.2.	Muestra	37
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.3.1.	Plan de Recolección de Datos.....	38
3.4.	Descripción y procedimiento de análisis.....	40
3.4.1.	Obtención de los agregados naturales.....	40
3.4.2.	Ensayos de laboratorio para los agregados	40
3.4.3.	Diseño de mezclas.....	52
3.4.4.	Elaboración y curado de Probetas Cilíndricas	53
3.4.5.	Elaboración y curado de Vigas Prismáticas.....	54
3.4.6.	Ensayo de resistencia a la compresión.....	56
3.4.7.	Ensayo de resistencia a la flexión	58
3.4.8.	Análisis de datos	59
3.4.9.	Diseño estadístico para validar hipótesis	60
IV.	RESULTADOS.....	63
4.1.	Resultados	63
4.1.1.	Resultados de los ensayos a los agregados de la cantera Pariahuanca	63
4.1.2.	Resultados de los ensayos a los agregados de la cantera Tacllan.....	76

4.1.3.	Diseño de mezcla de la cantera Pariahuanca	89
4.1.4.	Diseño de mezcla de la cantera Tacllan	103
4.1.5.	Resultado del ensayo de resistencia a la compresión.....	117
4.1.6.	Resultados del ensayo de resistencia a la flexión	133
4.1.7.	Correlación entre resistencia a la compresión y módulo de rotura de la cantera Pariahuanca	149
4.1.8.	Correlación entre resistencia a la compresión y módulo de rotura de la cantera Tacllan	153
4.2.	Contrastación de hipótesis.....	157
4.2.1.	Contrastación de la hipótesis específica	157
4.2.2.	Contrastación de la hipótesis general.....	166
4.3.	Discusión de resultados.....	175
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	178
5.1.	Conclusión General	178
5.2.	Conclusiones Específicas	178
5.3.	Recomendaciones.....	179
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	181
	ANEXOS	183



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Límites de granulometría según el A.S.T.M.</i>	16
Tabla 2	<i>Valores admisibles de sustancias en el agua</i>	19
Tabla 3	<i>Resistencia promedio a la compresión</i>	20
Tabla 4	<i>Rango de asentamiento según el tipo de construcción</i>	21
Tabla 5	<i>Volumen unitario de agua</i>	22
Tabla 6	<i>Contenido de aire atrapado</i>	22
Tabla 7	<i>Relación agua/cemento por resistencia</i>	23
Tabla 8	<i>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</i>	25
Tabla 9	<i>Edades de ensayo y tolerancias permisibles</i>	27
Tabla 10	<i>Matriz de operacionalización de variables</i>	35
Tabla 11	<i>Tamaño de la muestra para la cantera Tacllan-Huaraz</i>	37
Tabla 12	<i>Tamaño de la muestra para la cantera Pariahuanca-Taricá</i>	38
Tabla 13	<i>Ensayos de laboratorio para agregado grueso</i>	39
Tabla 14	<i>Ensayos de laboratorio para agregado fino</i>	39
Tabla 15	<i>Tamaño máximo nominal y masa mínima del agregado</i>	41
Tabla 16	<i>Número de ensayos de resistencia a la compresión</i>	57
Tabla 17	<i>Número de ensayos de resistencia a la flexión</i>	59
Tabla 18	<i>Contenido de humedad del agregado fino – Cantera Pariahuanca</i>	63
Tabla 19	<i>Contenido de humedad del agregado grueso – Cantera Pariahuanca</i>	64
Tabla 20	<i>Material que pasa el tamiz de 75μm (N°200) – Cantera Pariahuanca</i>	64
Tabla 21	<i>Análisis granulométrico del agregado fino – Cantera Pariahuanca</i>	65
Tabla 22	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso – Cantera Pariahuanca</i>	67
Tabla 23	<i>Peso unitario suelto del agregado fino – Cantera Pariahuanca</i>	69
Tabla 24	<i>Peso unitario compactado del agregado fino – Cantera Pariahuanca</i>	70
Tabla 25	<i>Peso unitario suelto del agregado grueso – Cantera Pariahuanca</i>	71
Tabla 26	<i>Peso unitario compactado del agregado grueso - Cantera Pariahuanca</i>	71
Tabla 27	<i>Peso específico y absorción del agregado fino - Cantera Pariahuanca</i>	72
Tabla 28	<i>Peso específico y absorción del agregado grueso - Cantera Pariahuanca</i>	74
Tabla 29	<i>Gradación del agregado grueso – Cantera Pariahuanca</i>	75
Tabla 30	<i>Contenido de humedad del agregado fino – Cantera Tacllan</i>	76
Tabla 31	<i>Contenido de humedad del agregado grueso - Cantera Tacllan</i>	77

Tabla 32	<i>Material que pasa el tamiz de 75μm (N°200) – Canteras Tacllan</i>	77
Tabla 33	<i>Análisis granulométrico del agregado fino - Canteras Tacllan</i>	78
Tabla 34	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso - Canteras Tacllan.....</i>	80
Tabla 35	<i>Peso unitario suelto del agregado fino - Canteras Tacllan.....</i>	82
Tabla 36	<i>Peso unitario compactado del agregado fino - Canteras Tacllan.....</i>	83
Tabla 37	<i>Peso unitario suelto del agregado grueso - Canteras Tacllan</i>	84
Tabla 38	<i>Peso unitario compactado del agregado grueso - Canteras Tacllan</i>	84
Tabla 39	<i>Peso específico y absorción del agregado fino - Canteras Tacllan.....</i>	85
Tabla 40	<i>Peso específico y absorción del agregado grueso - Canteras Tacllan.....</i>	87
Tabla 41	<i>Gradación del agregado grueso – Canteras Tacllan</i>	88
Tabla 42	<i>Resultados del diseño de mezcla 01 – Canteras Pariahuanca</i>	92
Tabla 43	<i>Proporción en peso del diseño de mezcla 01 - Canteras Pariahuanca</i>	93
Tabla 44	<i>Proporción en volumen del diseño de mezcla 01 - Canteras Pariahuanca.....</i>	93
Tabla 45	<i>Resultados del diseño de mezcla 02 - Canteras Pariahuanca</i>	97
Tabla 46	<i>Proporción en peso del diseño de mezcla 02 - Canteras Pariahuanca</i>	97
Tabla 47	<i>Proporción en volumen del diseño de mezcla 02 - Canteras Pariahuanca.....</i>	97
Tabla 48	<i>Resultados del diseño de mezcla 03 - Canteras Pariahuanca</i>	101
Tabla 49	<i>Proporción en peso del diseño de mezcla 03 - Canteras Pariahuanca</i>	102
Tabla 50	<i>Proporción en volumen del diseño de mezcla 03 - Canteras Pariahuanca.....</i>	102
Tabla 51	<i>Resultados del diseño de mezcla 01 - Canteras Tacllan.....</i>	106
Tabla 52	<i>Proporción en peso del diseño de mezcla 01 - Canteras Tacllan.....</i>	107
Tabla 53	<i>Proporción en volumen del diseño de mezcla 01 - Canteras Tacllan.....</i>	107
Tabla 54	<i>Resultados del diseño de mezcla 02 - Canteras Tacllan.....</i>	111
Tabla 55	<i>Proporción en peso del diseño de mezcla 02 - Canteras Tacllan.....</i>	111
Tabla 56	<i>Proporción en volumen del diseño de mezcla 02 - Canteras Tacllan.....</i>	111
Tabla 57	<i>Resultados del diseño de mezcla 03 - Canteras Tacllan.....</i>	115
Tabla 58	<i>Proporción en peso del diseño de mezcla 03 - Canteras Tacllan.....</i>	116
Tabla 59	<i>Proporción en volumen del diseño de mezcla 03 - Canteras Tacllan.....</i>	116
Tabla 60	<i>Resistencia a la compresión a los 07 días – Canteras Pariahuanca.....</i>	117
Tabla 61	<i>Resistencia a la compresión a los 14 días – Canteras Pariahuanca.....</i>	119
Tabla 62	<i>Resistencia a la compresión a los 21 días – Canteras Pariahuanca.....</i>	121
Tabla 63	<i>Resistencia a la compresión a los 28 días – Canteras Pariahuanca.....</i>	123

Tabla 64	<i>Resistencia a la compresión a los 07 días – Cantera Tacllan.....</i>	125
Tabla 65	<i>Resistencia a la compresión a los 14 días – Cantera Tacllan.....</i>	127
Tabla 66	<i>Resistencia a la compresión a los 21 días – Cantera Tacllan.....</i>	129
Tabla 67	<i>Resistencia a la compresión a los 28 días – Cantera Tacllan.....</i>	131
Tabla 68	<i>Resistencia a la flexión a los 07 días – Cantera Pariahuanca.....</i>	133
Tabla 69	<i>Resistencia a la flexión a los 14 días – Cantera Pariahuanca.....</i>	135
Tabla 70	<i>Resistencia a la flexión a los 21 días – Cantera Pariahuanca.....</i>	137
Tabla 71	<i>Resistencia a la flexión a los 28 días – Cantera Pariahuanca.....</i>	139
Tabla 72	<i>Resistencia a la flexión a los 07 días – Cantera Tacllan</i>	141
Tabla 73	<i>Resistencia a la flexión a los 14 días – Cantera Tacllan</i>	143
Tabla 74	<i>Resistencia a la flexión a los 21 días – Cantera Tacllan</i>	145
Tabla 75	<i>Resistencia a la flexión a los 28 días – Cantera Tacllan</i>	147
Tabla 76	<i>Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 7 días .</i>	149
Tabla 77	<i>Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 14 días</i>	150
Tabla 78	<i>Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 21 días</i>	151
Tabla 79	<i>Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 28 días</i>	152
Tabla 80	<i>Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 7 días .</i>	153
Tabla 81	<i>Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 14 días</i>	154
Tabla 82	<i>Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 21 días</i>	155
Tabla 83	<i>Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 28 días</i>	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Límites de granulometría según el A.S.T.M.	17
Figura 2	Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a flexión vigas con cargas a los tercios 29	
Figura 3	Curva granulométrica del agregado fino – Cantera Pariahuanca	66
Figura 4	Curva granulométrica del agregado grueso – Cantera Pariahuanca	68
Figura 5	Curva granulométrica del agregado fino - Cantera Tacllan	79
Figura 6	Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Tacllan.....	81
Figura 7	Informe estadístico del $f'c$ a los 07 días – Cantera Pariahuanca	118
Figura 8	Informe estadístico del $f'c$ a los 14 días – Cantera Pariahuanca	120
Figura 9	Informe estadístico del $f'c$ a los 21 días – Cantera Pariahuanca	122
Figura 10	Informe estadístico del $f'c$ a los 28 días – Cantera Pariahuanca	124
Figura 11	Informe estadístico del $f'c$ a los 07 días – Cantera Tacllan	126
Figura 12	Informe estadístico del $f'c$ a los 14 días – Cantera Tacllan	128
Figura 13	Informe estadístico del $f'c$ a los 21 días – Cantera Tacllan	130
Figura 14	Informe estadístico del $f'c$ a los 28 días – Cantera Tacllan	132
Figura 15	Informe estadístico del MR a los 07 días – Cantera Pariahuanca.....	134
Figura 16	Informe estadístico del MR a los 14 días – Cantera Pariahuanca.....	136
Figura 17	Informe estadístico del MR a los 21 días – Cantera Pariahuanca.....	138
Figura 18	Informe estadístico del MR a los 28 días – Cantera Pariahuanca.....	140
Figura 19	Informe estadístico del MR a los 07 días – Cantera Tacllan	142
Figura 20	Informe estadístico del MR a los 14 días – Cantera Tacllan	144
Figura 21	Informe estadístico del MR a los 21 días – Cantera Tacllan	146
Figura 22	Informe estadístico del MR a los 28 días – Cantera Tacllan	148
Figura 23	Prueba de hipótesis t del $f'c$ a los 07 días – Cantera Pariahuanca	157
Figura 24	Prueba de hipótesis t del $f'c$ a los 14 días – Cantera Pariahuanca	158
Figura 25	Prueba de hipótesis t del $f'c$ a los 21 días – Cantera Pariahuanca	159
Figura 26	Prueba de hipótesis t del $f'c$ a los 28 días – Cantera Pariahuanca	160
Figura 27	Prueba de hipótesis t del $f'c$ a los 07 días – Cantera Tacllan	161
Figura 28	Prueba de hipótesis t del $f'c$ a los 14 días – Cantera Tacllan.....	162
Figura 29	Prueba de hipótesis t del $f'c$ a los 21 días – Cantera Tacllan.....	163
Figura 30	Prueba de hipótesis t del $f'c$ a los 28 días – Cantera Tacllan.....	164

Figura 31	<i>Prueba de hipótesis t del MR a los 28 días – Cantera Pariahuanca.....</i>	165
Figura 32	<i>Prueba de hipótesis t del MR a los 28 días – Cantera Pariahuanca.....</i>	166
Figura 33	<i>Correlación lineal a los 07 días – Cantera Pariahuanca</i>	167
Figura 34	<i>Correlación potencial a los 07 días – Cantera Pariahuanca.....</i>	167
Figura 35	<i>Correlación lineal a los 14 días – Cantera Pariahuanca</i>	168
Figura 36	<i>Correlación potencial a los 14 días – Cantera Pariahuanca.....</i>	168
Figura 37	<i>Correlación lineal a los 21 días – Cantera Pariahuanca</i>	169
Figura 38	<i>Correlación potencial a los 21 días – Cantera Pariahuanca.....</i>	169
Figura 39	<i>Correlación lineal a los 28 días – Cantera Pariahuanca</i>	170
Figura 40	<i>Correlación potencial a los 28 días – Cantera Pariahuanca.....</i>	170
Figura 41	<i>Correlación lineal a los 07 días – Cantera Tacllan</i>	171
Figura 42	<i>Correlación potencial a los 07 días – Cantera Tacllan</i>	171
Figura 43	<i>Correlación lineal a los 14 días – Cantera Tacllan</i>	172
Figura 44	<i>Correlación potencial a los 14 días – Cantera Tacllan</i>	172
Figura 45	<i>Correlación lineal a los 21 días – Cantera Tacllan</i>	173
Figura 46	<i>Correlación potencial a los 21 días – Cantera Tacllan</i>	173
Figura 47	<i>Correlación lineal a los 28 días – Cantera Tacllan</i>	174
Figura 48	<i>Correlación potencial a los 28 días – Cantera Tacllan</i>	174



RESUMEN

El objetivo de la investigación es determinar la correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión para mejorar el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos de la ciudad de Huaraz.

La investigación es de tipo descriptiva, de método deductivo, de enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo-correlacional, de diseño experimental y orientación aplicada. Con dos poblaciones el grupo de probetas y el grupo de vigas de concreto, siendo las muestras 48 probetas y 48 vigas de concreto por cantera.

Para los agregados de las canteras Pariahuanca y Tacllan, se determinaron sus propiedades físicas y su diseño de mezcla. Las muestras se ensayaron a los 7, 14, 21, y 28 días de curado. Se obtuvieron valores de $f'c$ (prom) para la cantera Pariahuanca de 159.94kg/cm², 235.07kg/cm², 248.93kg/cm², 264.30kg/cm² respectivamente y para la cantera Tacllan se obtuvo 154.96kg/cm², 228.79kg/cm², 244.98kg/cm², 259.06kg/cm² respectivamente. Se obtuvieron valores de MR(prom) para la cantera Pariahuanca de 30.72kg/cm², 37.34kg/cm², 39.66kg/cm², 41.46 kg/cm² respectivamente y de la cantera Tacllan se obtuvo 29.06kg/cm², 34.88kg/cm², 35.62kg/cm², 37.15kg/cm² respectivamente, consecuentemente una correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura, para la cantera Pariahuanca se obtuvo $MR=0.192*f'c$, $MR=0.159*f'c$, $MR=0.159*f'c$, $MR=0.157*f'c$ y $MR=2.429*\sqrt{f'c}$, $MR=2.435*\sqrt{f'c}$, $MR=2.514*\sqrt{f'c}$, $MR=2.550*\sqrt{f'c}$ respectivamente, para la cantera Tacllan se obtuvo $MR=0.188*f'c$, $MR=0.152*f'c$, $MR=0.145*f'c$, $MR=0.143*f'c$ y $MR=2.334*\sqrt{f'c}$, $MR=2.306*\sqrt{f'c}$, $MR=2.276*\sqrt{f'c}$, $MR=2.308*\sqrt{f'c}$ respectivamente.

Finalmente se pudo concluir que las correlaciones determinadas mejoraran el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz.

Palabras claves: resistencia a la compresión, módulo de rotura, correlación

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the correlation between compressive strength and flexural modulus of rupture in order to improve the control of the design strength of concrete in rigid pavements in the city of Huaraz.

The research is descriptive, deductive method, quantitative approach, descriptive-correlational level, experimental design and application orientation. With two populations, the group of specimens and the group of concrete beams, the samples being 48 specimens and 48 concrete beams per quarry.

For the aggregates from the Pariahuanca and Tacllan quarries, their physical properties and mix design were determined. The samples were tested at 7, 14, 21 and 28 days of curing. Values of f'_c (average) were obtained for the Pariahuanca quarry of 159.94kg/cm², 235.07kg/cm², 248.93kg/cm², 264.30kg/cm² respectively and for the Tacllan quarry 154.96kg/cm², 228.79kg/cm² were obtained. cm², 244.98kg/cm², 259.06kg/cm² respectively. MR (average) values were obtained for the Pariahuanca quarry of 30.72kg/cm², 37.34kg/cm², 39.66kg/cm², 41.46 kg/cm² respectively and from the Tacllan quarry 29.06kg/cm², 34.88kg/cm², 35.62kg/cm², 37.15kg/cm² respectively, consequently a weighting between the compressive strength and the modulus of rupture, for the Pariahuanca quarry, $MR=0.192*f'_c$, $MR=0.159*f'_c$, $MR=0.159*f'_c$, $MR=0.157*f'_c$ and $MR=2.429*\sqrt{f'_c}$, $MR=2.435*\sqrt{f'_c}$, $MR=2.514*\sqrt{f'_c}$, $MR=2.550*\sqrt{f'_c}$ respectively, for the Tacllan quarry, $MR=0.188*f'_c$, $MR=0.152*f'_c$, $MR=0.145*f'_c$, $MR=0.143*f'_c$ and $MR=2.334*\sqrt{f'_c}$, $MR=2.306*\sqrt{f'_c}$, $MR=2.276*\sqrt{f'_c}$, $MR=2.308*\sqrt{f'_c}$ respectively.

Finally, it was concluded that the correlations determined will improve the control of the design strength of concrete in rigid pavements in the city of Huaraz.

Keywords: compressive strength, modulus of rupture, correlation.

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS”

INTRODUCCIÓN

La presente investigación busca determinar correlaciones entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura de concreto para pavimentos rígidos debido a que la resistencia a la flexión del concreto, es la que controla el diseño de los pavimentos, ya que estos trabajan principalmente a flexión y para la determinación de los espesores, se debe usar el módulo de rotura promedio a los 28 días, por ende para un correcto diseño, control de calidad del concreto, reducción de costos en la construcción, reducción de tiempos de construcción para mitigar la contaminación ambiental y como aporte para futuras investigaciones es importante la determinación de estas correlaciones.

El capítulo I, abarca el planteamiento de la investigación, incidiendo en la descripción del problema, formulación del problema, su importancia y justificación, así como la delimitación del estudio y detallando el objetivo general y los específicos.

El capítulo II, abarca el marco teórico, dando a conocer los antecedentes nacionales e internacionales relacionadas a la investigación, se presentan las bases teóricas, definición de términos y se proponen la hipótesis general y específicas, detallando las variables que intervienen.

El capítulo III, se expone la metodología de la investigación, el tipo, el método, el enfoque, el nivel, el diseño y la orientación, así como la población y la muestra. Se detalla las técnicas e instrumentos de recolección de datos, seguido de la descripción y el procedimiento de análisis desde el muestreo de los agregados, su caracterización física con ensayos de laboratorio, elaboración de especímenes y rotura a compresión y flexión según corresponda.

El capítulo IV, se presentan los resultados de acuerdo a cada objetivo planteado en la investigación, realizando también una contrastación de hipótesis a través de la estadística descriptiva, para luego realizar la discusión de resultados.

El capítulo V, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Por último, El capítulo VI, detalla las referencias bibliográficas, se adjuntan los anexos

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

La resistencia a la compresión se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, es un valor que permite determinar si la mezcla de concreto cumple con los requerimientos de resistencia de diseño.

El módulo de rotura es un valor que responde al esfuerzo máximo de resistencia a la flexión de una viga.

La problemática de esta investigación se origina a partir de lo tardío, complejo y costoso que resulta obtener los valores de resistencia a la flexión mediante ensayos de laboratorio, ya que, para la obtención de este parámetro, requiere la elaboración de viguetas durante la producción del concreto y existen pocos laboratorios en Huaraz acreditados para realizar dicho ensayo y quienes lo realizan no cuentan con un registro estadístico para poder determinar la variabilidad y así poder correlacionarlo con los resultados del ensayo de resistencia a la compresión; otro problema de la variación de resultados es debido a la mala manipulación de las vigas de concreto durante su transporte.

El módulo de rotura es la propiedad de mayor relevancia en el diseño, construcción y evaluación de un pavimento rígido, y procurando buscar una opción frente al ensayo de laboratorio; es que se busca determinar correlaciones expresadas en funcionalidad de la resistencia a la compresión, no obstante, estas expresiones solamente se considerarán válidas si cumplen con fronteras designados en el ACI 363 y en la regla AASHTO 93.

Y teniendo presente que los pavimentos de concreto se pandean bajo las cargas repetidas por eje, produciendo esfuerzos de compresión y flexión; la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos y el Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, mencionan que la relación de esfuerzo de compresión a la resistencia a compresión es relativamente pequeña, comparada con la relación del esfuerzo de flexión a la resistencia a la flexión del concreto, es esta última la que controla

el diseño de los pavimentos y para la determinación de los espesores, se debe usar el módulo de rotura promedio a los 28 días.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión optimizan el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos de la ciudad de Huaraz, 2023?

1.2.2. Problemas Específicos

1. ¿Cuáles son las características físicas de los agregados y cuál es el diseño de mezcla optimo utilizando el Método del Comité 211 del ACI del concreto para pavimentos rígidos utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca?
2. ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca a los 7, 14, 21 y 28 días de curado?
3. ¿Cuál es el módulo de rotura a la flexión del concreto para pavimentos rígidos utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca a los 7, 14, 21 y 28 días de curado?

1.3. Importancia y justificación de la investigación

La tesis se justifica basándose y teniendo en cuenta la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos y el Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, la cual mencionan que la resistencia a la flexión del concreto, es la que controla el diseño de los pavimentos, ya que estos trabajan principalmente a flexión y para la determinación de los espesores, se debe usar el módulo de rotura promedio a los 28 días, por ende para un correcto diseño y control de calidad del

concreto, la resistencia a la compresión no es suficiente ni determinante para cumplir con las especificaciones técnicas del concreto para pavimento rígido.

1.3.1. Justificación práctica

La resistencia a la flexión es un parámetro importante para los diseñadores de pavimentos, ya que utilizan el Módulo de Rotura (MR) por ser el parámetro más importante para el diseño del pavimento rígido, sin embargo, las empresas no utilizan la resistencia a la flexión para la aceptación del concreto debido a que muy pocas veces se logra alcanzar condiciones de laboratorio en obra y las vigas a ensayarse son muy susceptibles a cambios en su composición arrojando falsos resultados, es por ello que se utiliza la resistencia a compresión ($f'c$) para la aceptación de la calidad del concreto.

Por lo expuesto es importante evaluar la correlación que pueda existir entre el módulo de rotura y la resistencia a compresión en concretos y con agregados de las canteras planteadas en la investigación ya que éstas son las más utilizadas en la zona, si bien es cierto existen algunas fórmulas de correlación de ambos parámetros, dichas formulas no consideran la calidad y propiedades físicas de agregado a utilizar.

1.3.2. Justificación metodológica

La investigación es justificada metodológicamente ya que servirá como una fuente de información para la obtención del Módulo de rotura a partir de la resistencia a la compresión de forma simplificada y confiable; además podrá ser utilizada como antecedente y permitirá enriquecer las bases teóricas para la realización de futuras investigaciones relacionadas con el tema. También servirá como referencia en la ciudad de Huaraz, para el diseño y ejecución de obras de pavimentación con concreto rígido, utilizando la ecuación que relaciona la resistencia a la compresión y el módulo de rotura para poder determinar y comprobar el diseño y calidad del pavimento rígido.

1.3.3. Justificación económica

La investigación busca optimizar el control de calidad en la construcción del pavimento rígido, generando un menor costo económico, ya que obteniendo el valor más preciso del módulo de rotura a partir de la ecuación obtenida, solo se necesitará moldear

y ensayar a compresión briquetas cilíndricas, lo cual generará un menor costo a diferencia de moldear y ensayar a flexión vigas prismáticas; también teniendo el valor del módulo de rotura se puede comprobar el espesor óptimo del pavimento, esto será de ayuda sobre todo para aquellas personas dedicadas a la formulación y ejecución de obras de pavimentación, en el sector público y privado en la ciudad de Huaraz.

1.3.4. Justificación social

Se justifica a nivel social en poder brindar una alternativa de mejora para la población que se encuentra dedicada al sector construcción y consultoría, que muchas veces no realiza un control de calidad del concreto con el ensayo de flexión; solo se realiza el ensayo a compresión, por ende, no se estaría cumpliendo con los requisitos necesarios de resistencia a la flexión.

1.3.5. Justificación ambiental

La investigación, ayudará a que en actividades específicas de construcción y conservación de la superficie de rodadura del pavimento rígido se optimice los tiempos de construcción que genera la emisión de polvo al momento de hacer la mezcla de concreto, contaminación de maquinaria, etc.

Por ende, es necesario la optimización del proceso constructivo para cumplir con el cuidado del Medio Ambiente, evitando problemas de salud en la población.

1.4. Delimitaciones del estudio

En la presente investigación los resultados obtenidos de la correlación servirán para aquellas obras de pavimentación que tengan como proveedor los agregados de las canteras de Tacllan y Pariahuanca.

El desarrollo de la presente investigación será realizado en un tiempo de 150 días.

1.5. Objetivos

1.5.1. *Objetivo general:*

Determinar la correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión para mejorar el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos de la ciudad de Huaraz, 2023.

1.4.2. *Objetivos específicos:*

1. Determinar las características físicas de los agregados y el diseño de mezcla utilizando el Método del Comité 211 del ACI del concreto para pavimentos rígidos utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca.
2. Determinar la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos mediante ensayos normados utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca a los 7, 14, 21 y 28 días de curado.
3. Determinar el módulo de rotura a la flexión del concreto para pavimentos rígidos mediante ensayos normados utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca a los 7, 14, 21 y 28 días de curado.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según (Sánchez, 2019), en su tesis “Relación de la resistencia a la compresión y módulo de rotura del concreto hidráulico con presencia de fibras metálicas con materiales del río Barragán” tuvo como objetivo establecer el aumento de la resistencia a la compresión mediante lo indicado en las normas ASTM C 39 y ASTM C 78, del concreto hidráulico con adición de fibras metálicas, que garanticen la óptima construcción de vías y demás estructuras en el municipio de Armenia en el Departamento del Quindío. La metodología que emplearon fue el explicativo secuencial, este diseño implica, el cubrimiento del proceso investigativo por etapas, en la primera se recolectan y son analizados los datos cuantitativos, en la segunda etapa se genera el procesamiento cualitativo de la información recolectada; para el momento de elaboración del informe que presenta el proceso y los resultados alcanzados se realiza una integración de la información hallada cualitativa y cuantitativamente. En cuanto a determinación de la resistencia a la compresión, se fabricaron 9 grupos de muestras de concreto sin adición de fibras metálicas y se obtuvo como resultado promedio 213,4 kg/cm² en el ensayo realizado a los 7 días de edad y 298,0 kg/cm² en el ensayo realizado a los 28 días de edad. Asimismo, se fabricaron 9 grupos de muestras de concreto con adición de fibras metálicas y se obtuvo como resultado promedio 281,9 kg/cm² en el ensayo realizado a los 7 días de edad y 375,4 kg/cm² en el ensayo realizado a los 28 días de edad. En cuanto a determinación a módulo de rotura, se fabricaron 9 grupos de muestras de concreto sin adición de fibras metálicas y se obtuvo como resultado promedio 40,9 kg/cm² en el ensayo realizado a los 7 días de edad y 48,9 kg/cm² en el ensayo realizado a los 28 días de edad; de igual forma se fabricaron 9 grupos de muestras de concreto con adición de fibras metálicas y se obtuvo como resultado promedio 39,7 kg/cm² en el ensayo realizado a los 7 días de edad y 51,3 kg/cm² en el ensayo realizado a los 28 días de edad.

Según (Cárdenas & Lozano, 2016), en su tesis “Correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con materiales procedentes del Río Coello para el control de pavimentos rígidos” plantearon como objetivo determinar una ecuación que permita establecer una relación entre la resistencia

a la tensión por flexión y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con materiales del río Coello y cemento Tipo 1. La secuencia metodológica fue la toma de muestras de arena y grava, selección del tipo de cemento, diseño de las resistencias a la compresión que van desde 2.000 psi hasta 5.000 psi. Elaboración de viguetas y cilindros de concreto, ejecución de ensayos de resistencia, procesamiento de datos y obtención de ecuación. Los resultados que obtuvieron fue establecer que existe una correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión, determinadas mediante las ecuaciones: lineal con $y=0.0996x+14.269$ y $R^2=0.9618$ y potencial con $y=1.1756x^{0.6366}$ y $R^2=0.9698$ aplicables a los a los 28 días.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según (Aguirre & Vásquez, 2021), en su tesis “Correlación del módulo de rotura y resistencia a la compresión de un concreto para pavimento rígido usando diferentes tipos de agregado grueso y relaciones agua/cemento, Trujillo, 2021” buscaba determinar la correlación del módulo de rotura y resistencia a la compresión de un concreto para pavimento rígido usando diferentes tipos de agregado grueso y relación agua/cemento, Trujillo 2021, determinaron realizar 12 testigos cilíndricos de 4’’x 8’’ por cada combinación entre el factor A y el factor B, haciendo un total de 72 probetas producto de 6 combinaciones como tamaño de muestra para resistencia a la compresión; así también determina realizar 6 vigas de sección transversal de 6’’ x 6’’ por cada combinación entre el factor A y el factor B, haciendo un total de 36 vigas producto de 6 combinaciones, logrando obtener la correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión, obteniendo las siguientes expresiones lineales, $MR=0.137*f'c$, $MR=0.145*f'c$, $M=0.139*f'c$, $MR=0.125*f'c$, $MR=0.121*f'c$ y $MR=0.131*f'c$ para los concretos de tipo ZR(0.50), ZR(0.55), ZR(0.60), CH(0.50), CH(0.55) y CH(0.60) respectivamente. También, se obtuvieron las siguientes expresiones potenciales, $MR=2.524*\sqrt{f'c}$, $MR=2.545*\sqrt{f'c}$, $MR=2.312*\sqrt{f'c}$, $MR=2.437*\sqrt{f'c}$, $MR=2.252*\sqrt{f'c}$ y $MR=2.256*\sqrt{f'c}$ para los concretos de tipo ZR(0.50), ZR(0.55), ZR(0.60), CH(0.50), CH(0.55) y CH(0.60) respectivamente. Y determinando estadísticamente que la mejor influencia significativa sobre la resistencia a la compresión y flexión, la genera el concreto elaborado con agregado grueso chancado para una relación a/c de 0.50.

Según (Flores & Mendoza, 2020), en su tesis “Análisis de la correlación del módulo de rotura (MR) vs la resistencia a tracción indirecta (f^t) y compresión (f^c) de concreto $f^c = 280, 300, 350, 420 \text{ kgf/cm}^2$ para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días de edad en la av. metropolitana de la ciudad de Arequipa” determino una correlación entre el Módulo de Rotura (MR), Resistencia a Compresión (f^c) y Tracción Indirecta (f^t) del concreto a los 28 días de edad, optimizando el espesor de losas de concreto hidráulico y un ahorro en los costos de materiales al obtener una ecuación que predice el Módulo de Rotura (MR) en el diseño de pavimentos rígidos para concreto convencional y concreto con adhesión de fibras metálicas, micro y macro fibras de polipropileno. Para lo cual se ensayaron 171 probetas cilíndricas a compresión uniaxial, 144 probetas cilíndricas a tracción por compresión diametral y 171 vigas prismáticos a flexión. Los resultados obtenidos optimizan los espesores de losas de concreto y sus propiedades mecánicas en estado endurecido. Finalmente, se concluye que la utilización de fibras metálicas y de polipropileno optimizan los espesores de pavimento rígido, pero no se logra reducir el costo en la partida de concreto premezclado, ya que el costo de las fibras compensa la optimización del espesor.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto

Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto. (Abanto, 2009)

2.2.1.1. Características

(Abanto, 2009) Entre los factores que hacen del concreto un material de construcción universal tenemos:

- a. La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.
- b. Su elevada resistencia a la compresión lo que le hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos.
- c. Su elevada resistencia al fuego y a la penetración de agua.

2.2.1.2. Tipos de concreto

(Abanto, 2009) Señala que los tipos de concreto son:

- a. Concreto simple: Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta del cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta.
- b. Concreto armado: Se denomina así al concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.
- c. Concreto estructural: Se denomina así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima pre-establecida en el diseño y una durabilidad adecuada.
- d. Concreto ciclópeo: Se denomina así al concreto simple que esta complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10", cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total. Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de

que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.

2.2.1.3. Componentes del concreto:

a. Cemento Portland

Se define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. Quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, cales aéreas y los yesos. (Rivva E. , 2000)

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas. (Abanto, 2009)

El cemento Portland es un polvo de color gris, más o menos verdoso. Se vende en bolsas que tienen un peso neto de 42.5 kg y un pie cúbico de capacidad. En aquellos casos en que no se conozca el valor real se considerará para el cemento un peso específico de 3.15. (Abanto, 2009)

(Gómez, 2013) Los usos de los diferentes tipos de cementos obedecen a las propiedades físicas y químicas derivadas de sus procesos de hidratación, así como a la protección que pueden ofrecer al concreto elaborado con dichos cementos.

- **Cemento Portland tipo I** se conoce como el cemento normal de uso común. Se emplea en todas aquellas obras para las cuales no se desea una protección especial, o las condiciones de trabajo de la obra no involucran condiciones climáticas severas ni el contacto con sustancias perjudiciales como los sulfatos. En este tipo de cemento el silicato tricálcico (C3S) se encarga de generar una

notable resistencia a edades cortas, como consecuencia, genera también la mayor cantidad de calor de hidratación. Por su parte el silicato dicálcico (C2S) se encarga de generar resistencia a edades tardías. En este cemento los aluminatos se hidratan también de una forma rápida, pero coadyuvan de una manera menos significativa en la resistencia final, sin embargo, son compuestos potencialmente reactivos, pues en caso de la presencia de sulfatos en solución forman sulfoaluminatos, los cuales producen expansiones que llegan a desintegrar totalmente al concreto o a cualquier otro producto a base de cemento.

- **Cemento tipo II** se conoce como cemento Portland de moderado calor de hidratación y de moderada resistencia a los sulfatos, esto se explica por la disminución del silicato tricálcico y del aluminato tricálcico con respecto al cemento normal. El cemento tipo II se emplea en estructuras moderadamente masivas como grandes columnas o muros de concreto muy anchos, el objetivo es el de evitar que el concreto se agriete debido a los cambios térmicos que sufre durante la hidratación. También se aconseja usar este tipo de cemento en estructuras donde se requiere una protección moderada contra la acción de los sulfatos, como en cimentaciones y muros bajo tierra, donde las concentraciones de sulfatos no sean muy elevadas.
- **Cemento tipo III** se conoce como de resistencia rápida, este tipo de cemento se usa cuando hay la necesidad de descimbrar rápido con el objeto de acelerar otros trabajos y poner en servicio la obra lo más pronto posible. La resistencia que desarrolla durante los primeros siete días es notable debido principalmente a la presencia de altos contenidos de silicato tricálcico y bajos contenidos del silicato dicálcico. Además de la composición química, los cementos adquieren la propiedad de ganar resistencia rápidamente cuando la finura a la que se muele el clinker es mayor que la del cemento normal.
- **Cemento tipo IV** o de bajo calor de hidratación desarrolla su resistencia más lentamente que el cemento normal debido a los bajos contenidos de silicato tricálcico, por esta misma razón el calor que desarrolla durante la etapa de fraguado es mucho menor que el del cemento normal. El cemento tipo IV se

emplea en la construcción de estructuras masivas como las presas de concreto, donde se requiere controlar el calor de hidratación a un mínimo con el objeto de evitar el agrietamiento.

- **Cemento tipo V** o resistente a los sulfatos se emplea en todo tipo de construcciones que estarán expuestas al ataque severo de sulfatos en solución o que se construirán en ambientes industriales agresivos. Estos cementos se consideran resistentes a los sulfatos debido a su bajo contenido de aluminato tricálcico, se caracterizan por su ganancia moderada de resistencia a edades tempranas, pero al igual que el cemento de bajo calor desarrolla buena resistencia a edades tardías gracias a sus altos contenidos de silicato dicálcico.

b. Agregados

Se entiende por agregados a una colección de partículas de diversos tamaños que se pueden encontrar en la naturaleza, ya sea en forma de finos, arenas y gravas o como resultado de la trituración de rocas. Cuando el agregado proviene de la desintegración de las rocas debido a la acción de diversos agentes naturales se le llama agregado natural, y cuando proviene de la desintegración provocada por la mano del hombre se le puede distinguir como agregado de trituración, pues este método es el que generalmente se aplica para obtener el tamaño adecuado. Los agregados naturales y los de trituración se distinguen por tener por lo general un comportamiento constructivo diferente, sin embargo, se pueden llegar a combinar teniendo la mezcla a su vez características diferentes. (Gómez, 2013)

c. Agregado fino

(Rivva E. , 2000) Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el Tamiz NTP 9.4mm (3/8”) y cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

El agregado podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas y resistentes, libres de polvo terrones, partículas

escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto.

La granulometría es la distribución por tamaños de las partículas de arena. La distribución del tamaño de partículas se determina por separación con una serie de mallas normalizadas. Las mallas normalizadas utilizadas para el agregado fino son las N° 4,8,16,30,50 y 100. Los requerimientos se dan en la tabla 1.

Tabla 1

Límites de granulometría según el A.S.T.M.

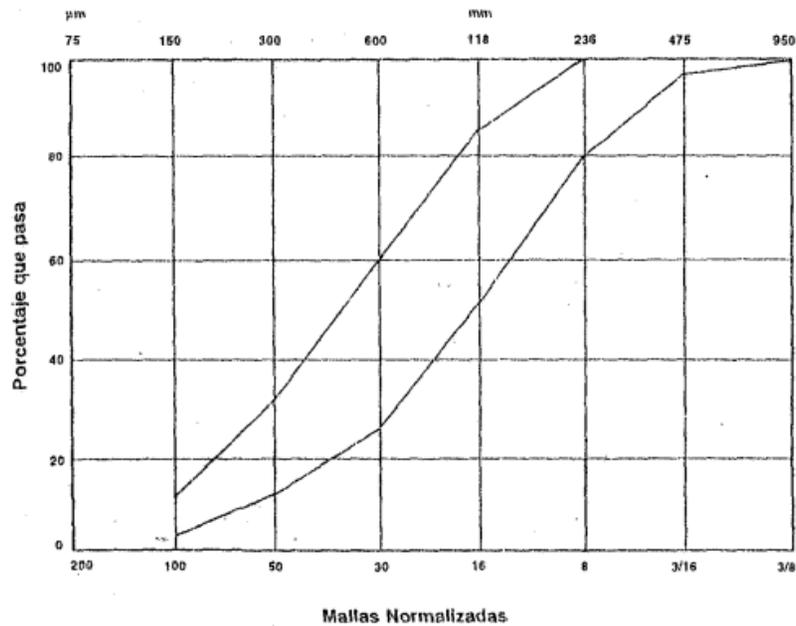
Malla		Porcentaje que pasa (acumulativo)		
3/8"	9.5 mm			100
N° 4	4.75 mm	95	a	100
N° 8	2.36 mm	80	a	100
N° 16	1.18 mm	50	a	85
N° 30	600 μm	25	a	60
N° 50	300 μm	10	a	0
N° 100	150 μm	2	a	10

Nota. Fuente: (Abanto, 2009)

El Control de la granulometría se aprecia mejor mediante un gráfico, en la que las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa la malla, y las abscisas, las aperturas correspondientes. La figura N° 01 representa las curvas envolventes de la norma.

Figura 1

Límites de granulometría según el A.S.T.M.



Nota. Fuente: (Abanto, 2009)

(Abanto, 2009) Señala los requisitos de uso:

- El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duras compactas y resistentes.
- El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias perjudiciales.
- Debe cumplir las normas sobre su granulometría.
- Se recomienda que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes 1°) Partículas deleznales: 3%, 2°) Material más fino que la malla N°200: 5%.

d. Agregado grueso

(Rivva E. , 2000) Se define como agregado grueso al material retenido en el Tamiz NTP 4.75 mm (N°4) y que cumple con los límites establecidos en las Normas ITINTEC 400.037 o ASRM C 33.

El agregado grueso puede consistir de piedra partida, grava natural o triturada, agregados metálicos naturales o artificiales, concreto triturado, o una combinación de ellos. Estará conformado por partículas cuyo perfil sea preferentemente angular o semiangular, limpias, duras, compactas resistentes, de textura preferentemente rugosa, y libres de material escamoso o partículas blandas. Las partículas deberán ser químicamente estables y estarán libres de escamas, tierra, polvo, limo, sales, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica u otras sustancias dañinas. (Rivva E. , 2000)

(Abanto, 2009) Señala los requisitos de uso:

- El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa.
- Las partículas deberán estar libres de tierra, polvo, limo, humos, escamas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.
- Se recomienda que las sustancias dañinas no excedan los porcentajes máximos siguientes 1°) Partículas deleznales: 5%, 2°) Material más fino que la malla N°200: 1%, 3°) Carbón y lignito: 0.5%

e. Agua para mezcla

(Abanto, 2009) El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. También señala los requisitos que debe cumplir:

- El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.
- Si se tuviera dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de esta para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación del concreto que a continuación indicamos:

Tabla 2

Valores admisibles de sustancias en el agua

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Solidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Nota. Fuente: (Abanto, 2009)

2.2.2. *Diseño de mezcla*

2.2.2.1. **Método del Comité 211 del ACI**

El Comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, basándose en algunas de las tablas, permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica de concreto. El procedimiento para la selección de las proporciones es aplicable a concretos de peso normal y a las condiciones que para cada una de las tablas se indican en ellas.

Aunque los mismos datos básicos y procedimientos pueden ser empleados en el diseño de concretos pesados y concretos ciclópeos, al tratar estos se da la información complementaria. (Rivva, 1992)

a. Selección de la resistencia promedio

Las mezclas de concreto deben diseñarse para una resistencia de diseño promedio cuyo valor es siempre superior al de la resistencia de diseño especificada por el ingeniero proyectista. La diferencia entre ambas resistencias está dada y se determina en función del grado de control de la uniformidad y de la calidad del concreto realizado por el contratista y la inspección. (Rivva, 1992)

Tabla 3

Resistencia promedio a la compresión

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1.1f'c + 5.0$

Nota. Fuente: (NTPE0.60, 2009)

b. Selección de tamaño máximo nominal del agregado

(Rivva, 1992) La Norma NTP 400.037 define al “Tamaño máximo” como a aquel que “corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso”. El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado
- 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso

- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o “cangrejas”. (NTPE0.60, 2009)

c. Selección del asentamiento

(Rivva, 1992) La consistencia es aquella propiedad del concreto no endurecido que define el grado de humedad de la mezcla. De acuerdo a su consistencia, las mezclas de concreto se clasifican en:

- Mezclas secas; aquellas cuyo asentamiento está entre cero y dos pulgadas
- Mezclas plásticas; aquellas cuyo asentamiento esta entre tres y cuatro pulgadas.
- Mezclas fluidas; aquellas cuyo asentamiento esta entre cinco o más pulgadas.

Tabla 4

Rango de asentamiento según el tipo de construcción

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armada	3”	1”
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3”	1”
Vigas y muros armados	4”	1”
Columnas de edificios	4”	1”
Losas y pavimentos	3”	1”
Concreto ciclópeo	2”	1”

Nota. Fuente: (Rivva, 1992)

d. Selección de volumen unitario del agua de diseño



(Rivva, 1992) Se refiere a la cantidad de agua de la mezcla por unidad cubica de concreto. Los valores indicados en la Tabla 5 han sido confeccionados por el Comité 211 del ACI.

Tabla 5

Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua, en l/m ³ para los tamaños máximos nominales del agregado grueso y consistencia							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Nota. Fuente: (Rivva, 1992)

e. Selección del contenido del aire

(Rivva, 1992) La tabla 6 da el porcentaje aproximado de aire atrapado, en mezclas sin aire incorporado, para diferentes tamaños máximos nominales de agregado grueso adecuadamente graduado dentro de los requisitos de la norma NTP 400.037 o ASTM C 33

Tabla 6

Contenido de aire atrapado

Tamaño máximo nominal	Aire Atrapado
-----------------------	---------------



3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Nota. Fuente: (Rivva, 1992)

f. Selección de la relación agua/cemento por resistencia y durabilidad

Desde que la mayoría de las propiedades deseables en el concreto endurecido dependen de la calidad de la pasta, producto final del proceso de hidratación del cemento, se considera que una de las etapas fundamentales en la selección de las proporciones de una mezcla de concreto es la elección de la relación agua-cemento más adecuada. La relación agua-cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado, se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua. (Rivva, 1992)

Tabla 7

Relación agua/cemento por resistencia

f'cr (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46

350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Nota. Fuente: (Rivva, 1992)

g. Determinación del contenido de cemento

Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen del concreto y la relación agua/cemento seleccionado, se puede determinar el factor cemento por unidad cubica de concreto mediante el simple expediente de dividir el volumen unitario de agua, expresado en litros por metro cúbico, entre la relación agua/cemento, obteniéndose el número de kilos de cemento por unidad cúbica de concreto.

Si las especificaciones de obra indican un contenido mínimo de cemento, además de aquel que puede haber sido seleccionado a partir de los requisitos de durabilidad o resistencia, deberá elegirse aquel de los criterios que dé el mayor contenido de cemento. (Rivva, 1992)

h. Determinación del contenido de agregado grueso

El Comité 211 del ACI parte del criterio que agregados gruesos de tamaño máximo nominal y granulometría esencialmente similares, deberán permitir obtener concretos de trabajabilidad satisfactoria cuando un determinado volumen de agregado grueso, en condiciones de seco y compactado, es empleado por unidad de volumen del concreto. La Tabla 8 elaborada por el Comité 211 del ACI está en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. Permite obtener un coeficiente b/b_0 resultante de la división del peso seco del agregado grueso requerido por la unidad cúbica de concreto entre el peso unitario seco y varillado del agregado grueso, en kg/m^3 . (Rivva, 1992)

Tabla 8*Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto*

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota. Fuente: (Rivva, 1992)**i. Determinación del volumen absoluto de agregado fino**

El método del Comité 211 del ACI determina el volumen absoluto de agregado fino por diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso seco. El volumen absoluto o volumen desplazado por los diferentes ingredientes de la unidad cúbica de concreto, conocido también como volumen de sólidos, es igual al peso con que entra dicho material en la unidad cúbica de concreto dividido entre su peso sólido, definido este último como el producto del peso específico del material por el peso unitario del agua. (Rivva, 1992)

j. Corrección de los valores de diseño por humedad de agregado

(Rivva, 1992) Las cantidades de agregado que deben ser pesadas para preparar el concreto deberán considerar la humedad de aquel. Generalmente en obra los agregados están en condición humedad y su peso seco deberá incrementarse en el porcentaje de agua que ellos contienen, tanto la absorbida como la superficial. El agua de mezclado incorporada a la mezcladora deberá ser algebraicamente reducida en un volumen igual a la humedad superficial o humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal al contenido de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción. El agregado, desde el punto de vista de la humedad, puede estar en obra en cuatro condiciones:

- Seco, cuando su superficie como sus poros internos están totalmente libres de agua. Esta es una condición teórica para la cual se calcula los contenidos de agregados fino y grueso antes de corregir la mezcla por humedad del agregado.
- Semi seco, cuando la superficie del agregado esta seca pero sus poros internos están parcialmente llenos de agua. Esta condición es también conocida como secado al aire. Ella siempre es menor que la absorción del agregado.
- Saturado superficialmente seco, cuando la superficie del agregado está húmeda, pero la totalidad de sus poros internos están llenos de agua. Se considera la condición ideal del agregado porque en ella ni aporta ni toma agua de la mezcla.
- Húmedo o mojado, cuando el agregado está saturado superficialmente seco y adicionalmente presenta humedad superficial, la cual puede contribuir a incrementar el agua de mezclado y obliga a una corrección en la mezcla por humedad del agregado.

k. Determinación de la proporción en peso, de diseño y de obra

(Rivva, 1992) La estimación de las cantidades de materiales requeridas para preparar una unidad cubica de concreto implica la secuencia detallada anteriormente cuyo cumplimiento permite en función de las características de los materiales, preparar la mezcla adecuada para el trabajo que se va a efectuar.

2.2.3. Resistencia a la compresión del concreto

(NTP339.034, 2015) El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen.

a. Procedimiento:

- Los ensayos de compresión de especímenes curados en húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje húmedo.
- Los cilindros serán protegidos de la pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmeda.
- Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue.

Tabla 9

Edades de ensayo y tolerancias permisibles

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0.5 h ó 2.1%
3 d	± 2 h ó 2.8%
7 d	± 6 h ó 3.6%
28 d	± 20 h ó 3.0%
90 d	± 48 h ó 2.2%

Nota. Fuente: (NTP339.034, 2015)

- Colocación del espécimen: Colocar el bloque de rotura inferior. Con la cara endurecida hacia arriba, sobre la mesa o platina de la máquina de ensayo directamente debajo del bloque de apoyo del asiento esférico (superior). Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las del espécimen de ensayo y colocar el espécimen sobre el bloque inferior de rotura. Si se emplean almohadillas, limpiar las

superficies del cojinete del anillo de retención y centrar la almohadilla o almohadillas sobre el espécimen. Cuidadosamente alinear los ejes del espécimen con el centro de empuje de la rótula del bloque de asiento esférico.

- Velocidad de carga: Aplicar la carga continuamente y sin impacto. La carga será aplicada a una velocidad de movimiento medida desde la platina a la cruceta correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre el espécimen de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s. La velocidad de movimiento diseñada será mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada.
- Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido.

2.2.4. Resistencia a la flexión del concreto (Módulo de rotura)

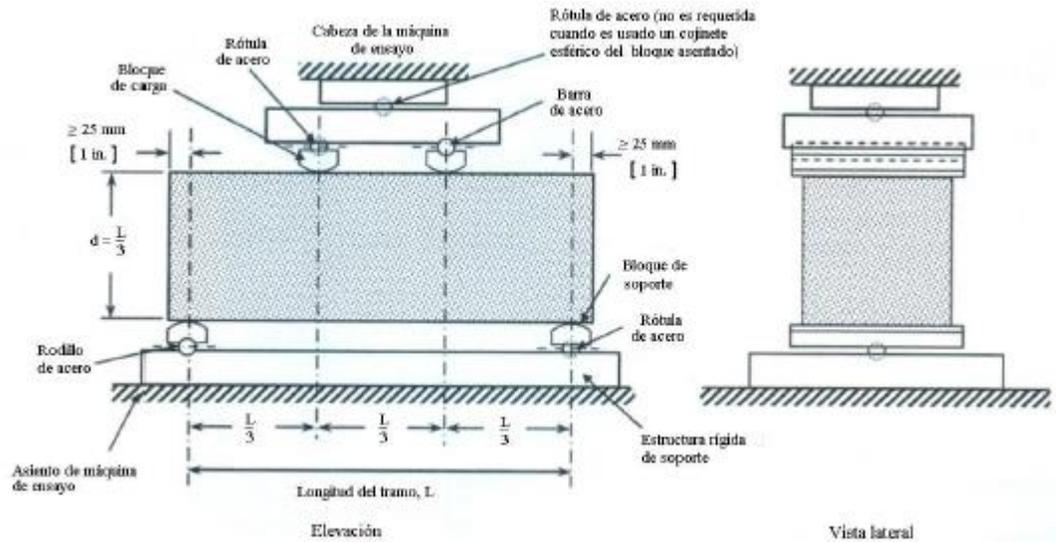
(NTP339.078, 2012) Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor del 5 % de la luz libre.

a. Procedimiento:

- La prueba de flexión se realizará tan pronto como sea posible, luego de retirar la viga de la cámara de curado. Las vigas con superficie seca arrojan resultados menores en mediciones del módulo de rotura.
- Se aplica la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se aplica a una velocidad constante hasta el punto de ruptura. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2MPa/min, hasta producir la rotura de la viga.

Figura 2

Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a flexión vigas con cargas a los tercios



Nota. Fuente: (NTP339.078, 2012)

b. Cálculos:

- Si la falla ocurre dentro del tercio medio de la luz, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

En donde:

Mr: módulo de rotura.

P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo.

L: Es la luz libre entre apoyos.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla.

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla.

- Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de este no mayor del 5 % de la luz libre, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{3Pa}{bh^2}$$

En donde:

- a: Es la distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.
- Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de este mayor del 5 % de la luz libre, se rechaza el ensayo.

2.2.5. Pavimento rígido

Son los pavimentos conformados por cemento Portland, arena de río, agregado grueso y agua, tendido en una sola capa. Dependiendo de la necesidad, estos pavimentos pueden estructurarse por la capa de sub base y base, conformando así una losa de concreto, de espesor, longitud y ancho variables.

Los pavimentos rígidos o hidráulicos como se les conoce también, difieren de los pavimentos de asfalto o flexibles, en que poseen una resistencia considerable a la flexión además de que se ven considerablemente afectados por los cambios de temperatura. Los pavimentos rígidos están sujetos a los siguientes esfuerzos (Torres, 2007)

El diseño de pavimentos rígidos considera diversas variables definidas según la metodología utilizada. Algunas de ellas se mencionan a continuación:

2.2.5.1. Método de la AASHTO 1993

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño.

Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al impuesto. (Becerra, 2012)

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_R S_0 + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 * 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.32 - 0.32P_t) * \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_d (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Donde:

$W_{8.2}$ = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, durante el periodo de diseño.

Z_R = desviación normal estándar

S_0 = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros

ΔPSI = diferencia entre los índices de serviciabilidad inicial y final

P_t = índice de serviciabilidad final

M_r = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz – ASTM C 78)

C_d = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

E_c = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Los parámetros que intervienen en la Metodología de diseño AASHTO 93 son:

- a. Periodo de diseño
- b. El tránsito (ESALs)

- c. Desviación normal estándar (Z_r)
- d. Confiabilidad
- e. Error estándar combinado (S_0)
- f. Serviciabilidad
- g. Coeficientes de drenaje (m_i)
- h. Coeficiente de transmisión de cargas (J)
- i. Módulo de elasticidad E_c del concreto
- j. Módulo de reacción k
- k. Módulo de rotura

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección y con luz de 750 mm.

La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio). (García, 2016)

2.3. Definición de términos

Agregado grueso. Agregado retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm ($N^{\circ}4$) que cumple los límites establecidos en la NTP 400.037, proveniente de la disgregación natural o artificial de la roca. (NTP400.011, 2008)

Agregado fino. Agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5mm (3/8 pulg) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037. (NTP400.011, 2008)

Cemento Pórtland. Un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker de Portland compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda. (NTP339.047, 2019)

Concreto. Mezcla de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso. En el concreto normal, comúnmente se usan como medio aglomerante, el cemento Portland y el agua, pero también pueden contener puzolanas, escorias y/o aditivos químicos. (NTP339.047, 2019)

Ensayo de resistencia a la compresión en probetas cilíndricas. El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen. (NTP339.034, 2015)

Ensayo de resistencia a la flexión de vigas. Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor del 5 % de la luz libre. (NTP339.078, 2012)

2.4. Hipótesis

2.4.1. *Hipótesis General*

Existe una correlación positiva alta de la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión que mejorarán el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos de la ciudad de Huaraz, 2023.

2.4.2. *Hipótesis Específicas*

1. Las características físicas de los agregados cumplen con los parámetros de la N.T.P. y el diseño de mezcla utilizando el Método del Comité 211 del ACI

del concreto para pavimentos rígidos controlarán la resistencia de diseño en pavimentos rígidos.

2. La resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca superan la resistencia normalizada respectivamente.
3. El módulo de rotura a la flexión del concreto para pavimento rígido a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca superan la resistencia normalizada respectivamente.

2.5. Variables

2.5.1. Variable Independiente

- Resistencia a la compresión y módulo de rotura a la flexión.

2.5.2. Variable Dependiente

- Resistencia de diseño de un concreto.

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 10

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN	NORMA	
VARIABLE INDEPENDIENTE								
Resistencia a la compresión y módulo de rotura a la flexión	<p>La resistencia a la compresión se define como la capacidad de carga por unidad de área y se expresa como esfuerzo, generalmente kg/cm².</p> <p>El módulo de rotura es la medida del esfuerzo en la fibra extrema que se desarrolla al someter una viga a la flexión.</p>	Se obtendrá los resultados obtenidos al ensayar los especímenes en la máquina de compresión axial y compresión a flexión a los 7, 14, 21 y 28 días.	Características físicas del agregado grueso, del agregado fino y diseño de mezcla	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Granulometría ➤ Módulo de fineza ➤ Peso unitario ➤ Peso específico ➤ Contenido de humedad ➤ % Absorción ➤ % Pasa tamiz #200 	Parámetros de la NTP	%	NTP 400.012	
			Propiedades mecánicas de las probetas cilíndricas de concreto	Resistencia a la compresión de la probeta cilíndrica de concreto.		Esfuerzo	Kg/cm ²	NTP 399.034
			Propiedades mecánicas de las vigas de concreto	Resistencia a la flexión de vigas de concreto.		Esfuerzo	Kg/cm ²	NTP 399.078
VARIABLE DEPENDIENTE								
Resistencia de diseño del concreto	La resistencia de diseño del concreto es la resistencia requerida en el diseño de estructuras de concreto armado y esta debe cumplir con los lineamientos para el método de falla.	Se obtendrá la relación al procesar los resultados obtenidos al ensayar los especímenes en la máquina de compresión axial y compresión a la flexión a los 7, 14, 21 y 28 días.	Relación entre las propiedades mecánicas de las probetas cilíndricas y las vigas de concreto	Relación lineal y exponencial entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura	$MR = (X) * f'c$ $MR = (K) * f'c^{0.5}$	Adimensional	---	

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es DESCRIPTIVO - CORRELACIONAL debido a que pretende dar respuesta al problema de investigación utilizando gráficos, tablas de porcentajes y ya que también busca investigar de forma puntual la correlación de las dos variables

3.1.1. Método de la Investigación

El método de la investigación es DEDUCTIVO, debido a que reconoce las variables de investigación y cada uno de los objetivos cuenta con sus hipótesis, para luego dar solución al problema de investigación.

3.1.2. Enfoque de la Investigación

El enfoque de la investigación es CUANTITATIVO, ya que a través de la recolección y análisis de datos se puede responder a la problemática de la investigación y probar las hipótesis. Utiliza la estadística para predecir el comportamiento de la población.

3.1.3. Nivel de la Investigación

El nivel de la investigación es DESCRIPTIVO ya que describirá frecuencia, promedios y estimará parámetros en intervalos de confianza.

3.1.4. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es EXPERIMENTAL, debido a que las variables independientes serán manipuladas, en condiciones rigurosamente controladas con el fin de describir el comportamiento sobre la variable dependiente, es LONGITUDINAL debido a que se recogerán datos cuantitativos de resistencia a la compresión y módulo de rotura para dar seguimiento durante un periodo de tiempo.

3.1.5. Orientación de Investigación

La orientación de la investigación es APLICATIVO por que la investigación buscara encontrar una correlación significativa entre la Resistencia a la Compresión (f_c) y el Módulo de Rotura (MR) a partir de la aplicación de teoría y conocimientos sobre pavimentos, tecnología del concreto, diseño de mezcla y otros.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

La población es el universo, el conjunto o totalidad de elementos que se van a estudiar para poder obtener las conclusiones trazadas para la investigación.

En la presente investigación se logra identificar dos poblaciones.

La primera población estaría conformada por el grupo de 48 probetas cilíndricas de concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, por cada cantera con un total de 96 probetas cilíndricas.

La segunda población estaría conformada por el grupo de 48 vigas prismáticas de concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, por cada cantera con un total de 96 vigas prismáticas.

3.2.2. Muestra

La muestra es una parte representativa de una población donde sus elementos comparten características comunes o similares.

La muestra de la presente investigación es de tipo no probabilística. Se determinó realizar 12 probetas cilíndricas de 15cm de diámetro x 30cm de altura por cada edad de curado y 12 vigas de sección transversal de 15cm x 15cm x 50cm por cada edad de curado. Dichas muestras se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 11

Tamaño de la muestra para la cantera Tacllan-Huaraz.

Muestra	Tipo de Ensayo	Edad de rotura				Sub Total
		7 días	14 días	21 días	28 días	
Probetas cilíndricas	Resistencia a la compresión	12	12	12	12	48
Vigas prismáticas	Resistencia a la flexión	12	12	12	12	48
TOTAL						96

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 12*Tamaño de la muestra para la cantera Pariahuanca-Taricá*

Muestra	Tipo de Ensayo	Edad de rotura				Sub Total
		7 días	14 días	21 días	28 días	
Probetas cilíndricas	Resistencia a la compresión	12	12	12	12	48
Vigas prismáticas	Resistencia a la flexión	12	12	12	12	48
TOTAL						96

Nota. Fuente: Elaboración propia

En total, la muestra para cada una de las canteras a utilizar para la investigación será de 48 probetas de concreto y 48 vigas de concreto.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Plan de Recolección de Datos

Para la recolección de datos, se detallan los procedimientos que nos permitan obtener datos confiables requeridos para el soporte de la investigación.

a) Datos en campo

- Reconocimiento y evaluación in situ de la Cantera de Tacllan y Cantera de Pariahuanca para la extracción de agregados naturales.
- Identificación de la Cantera de Tacllán y Cantera de Pariahuanca para la extracción de los agregados naturales, que serán usados en el diseño y elaboración de mezclas.
- Estudio de la cantera y toma de muestras representativas de los agregados, para realizar los ensayos de laboratorio respectivos.
- Caracterización de los agregados grueso y fino, de acuerdo a sus propiedades físicas.

b) Ensayos de laboratorio

Para el estudio de los agregados naturales de la Cantera de Tacllán y Cantera de Pariahuanca, se realizarán los siguientes ensayos:

Tabla 13

Ensayos de laboratorio para agregado grueso

Ensayos Estándar	Norma
Análisis granulométrico	NTP 400.012
Peso unitario: suelto y compactado	NTP 400.017
Peso específico y absorción	NTP 400.021
Contenido de humedad	NTP 339.185
Abrasión	NTP 400.019
Material que pasa malla N°200	NTP 400.018
Tamaño máximo nominal	NTP 400.012

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Ensayos de laboratorio para agregado fino

Ensayos Estándar	Norma
Análisis granulométrico	NTP 400.012
Peso unitario: suelto y compactado	NTP 400.017
Peso específico	NTP 400.022
Contenido de humedad	NTP 339.185
Porcentaje de absorción	NTP 400.022
Módulo de fineza	NTP 400.012
Material que pasa malla N°200	NTP 400.018

Nota. Fuente: Elaboración propia

3.4. Descripción y procedimiento de análisis

3.4.1. *Obtención de los agregados naturales*

Cantera Casanger – Pariahuanca

La cantera Casanger se encuentra ubicada en las coordenadas 9°22'10.77"S y 77°35'9.27"O, en el distrito de Pariahuanca de la provincia de Carhuaz del departamento de Ancash, ésta explota el agregado grueso (piedra chacada) mediante un proceso de trituración de piedras que es realizada con una maquina chancadora y el agregado fino (arena gruesa) se obtiene mediante selección por zarandas.

Se obtuvieron cantidades suficientes de piedra chancada y arena gruesa para realizar los ensayos de laboratorio y obtener las características físicas de cada uno.

Cantera Tacllan

La cantera Tacllan se encuentra ubicada en las coordenadas 9°32'49.61"S y 77°32'10.09"O, en el distrito de Huaraz de la provincia de Huaraz del departamento de Ancash, ésta explota el agregado grueso (piedra chacada) mediante un proceso de trituración de piedras que es realizada con una maquina chancadora y el agregado fino (arena gruesa) se obtiene mediante selección por zarandas.

Se obtuvieron cantidades suficientes de piedra chancada y arena gruesa para realizar los ensayos de laboratorio y obtener las características físicas de cada uno.

3.4.2. *Ensayos de laboratorio para los agregados*

a) Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185 – 2013)

Equipos

- Balanza con sensibilidad al 0.1%
- Horno con capacidad de temperatura de (110°C ± 5°C)

- Recipiente para agregado
- Cuchara de metal

Procedimiento

- Se realizó el correcto muestreo y cuarteo de los agregados grueso y fino, para obtener la masa mínima según el tamaño máximo nominal de agregado, indicada en la tabla

Tabla 15

Tamaño máximo nominal y masa mínima del agregado

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4.75 (N°4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (1 ½)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2 ½)	10.0
75.0 (3)	13.0
90.0 (3 ½)	16.0
100.0 (4)	25.0
150.0 (6)	50.0

Nota. Fuente: NTP 339.185

- Se determino la masa de los agregados en estado natural con una precisión del 0,1 % ($P_{\text{recip}} + P.S.H.$)
- Se comenzó secando las muestras en el horno a la temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 24hrs, hasta un peso constante.
- Luego de dejar enfriar lo suficiente para no dañar la balanza se determina la masa de la muestra seca ($P_{\text{recip}} + P.S.S.$)
- Se determina el peso del recipiente (P_{recip})
- Se calcula

$$CH \% = \frac{(P.S.H. - P.S.S.)}{P.S.S.} * 100$$

b) Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado $75\mu\text{m}$ (N°200) por lavado en agregados (NTP 400.018 – 2013)

Equipos

- Balanza con sensibilidad al 0.1%
- Horno con capacidad de temperatura alrededor de $(110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C})$
- Recipiente para contener el agregado cubierta con agua
- Tamiz normalizado de 1.18mm (N°16) y el de $75\mu\text{m}$ (N°200)

Procedimiento

- Se muestreo los agregados de acuerdo con la norma NTP 400.010
- Se comenzó secando las muestras en el horno a temperaturas de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 24hrs, hasta un peso constante.
- Luego de dejar enfriar lo suficiente para no dañar la balanza se determina la masa de la muestra seca (P_{Seco1})
- El agregado se pone en el recipiente y se agrega agua hasta que cubra, luego se agita la muestra vigorosamente con el fin de separar las partículas finas de las gruesas. Vierta el agua que contiene los sólidos en suspensión sobre el tamiz.
- Se adiciona nuevamente agua a la muestra, para volver a agitar y decantar. Este procedimiento es repetido hasta que el agua no presente impurezas y sea clara.
- Se lleva al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 24hrs, hasta un peso constante.
- Luego de dejar enfriar lo suficiente para no dañar la balanza se determina la masa de la muestra seca (P_{Seco2})
- Se calcula:

$$\%pasa\ tamiz\ N^{\circ}200 = \frac{(P_{Seco1} - P_{Seco2})}{P_{Seco1}} * 100$$

c) Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012 – 2013)

Equipos

- Balanza con aproximación de 0.1g para el agregado fino
- Balanza con aproximación de 0.5g para el agregado grueso
- Tamices montados que cumplan la NTP 350.001
- Horno con capacidad de temperatura de $(110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C})$

Procedimiento

- Se obtiene el agregado mezclando y reduciendo por cuarteo manual.

Para agregado fino:

- Se obtuvo 1000gr de agregado fino (siendo el mínimo 300gr según NTP 400.012)
- Se lleva al horno a una temperatura de $(110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C})$ por aproximadamente 24hrs, hasta un peso constante.
- Se apiló los tamices 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 para obtener la gradación y compararlo con los límites granulométricos permisibles de la NTP 400.037
- Se realizó un tamizado de forma manual, garantizando que al culminar el peso retenido en cada tamiz no sea mayor al 1%.

- Luego se determinó el peso retenido en cada tamiz.

Para agregado grueso:

- Se obtuvo 5Kg de agregado grueso (siendo el mínimo 5Kg para agregados con tamaños máximo nominal 3/4” según la Tabla A.1, Anexo A, NTP 400.012)
- Se lleva al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 24hrs, hasta un peso constante.
- Se apiló los tamices normalizados para obtener la gradación y compararlo con los usos de gradación de la NTP 400.037
- Se realizó un tamizado de forma manual, garantizando que al culminar el peso retenido en cada tamiz no sea mayor al 1%.
- Luego se determinó el peso retenido en cada tamiz.

d) Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados (NTP 400.017 - 2011)

Equipos

- Balanza con una exactitud de 0.1%
- Recipiente cilíndrico de metal de 9300 cm^3 , ya que el TMN del agregado es igual a 3/4”

- Varilla de acero de diámetro 5/8” y longitud 24” para la compactación
- Cucharon de metal.

Procedimiento

- Se obtiene la muestra del agregado mezclando y reduciendo por cuarteo manual.

➤ Peso unitario suelto

Para agregado fino:

- En el recipiente cilíndrico metálico se llena el agregado fino usando el cucharón desde una altura no mayor a 50mm.
- Enrasar el recipiente con la varilla eliminando el agregado fino excedente.
- Se pesa el recipiente cilíndrico contenido con el agregado fino.

Para agregado grueso:

- Se llena el recipiente cilíndrico de metal con el agregado grueso usando el cucharón desde una altura no mayor a 50mm.
- Enrasar el recipiente con la varilla eliminando el agregado grueso excedente.
- Se pesa el recipiente cilíndrico contenido con el agregado grueso.

➤ Peso unitario compactado

Para agregado fino:

- En el recipiente cilíndrico metálico se llena en tres capas el agregado fino usando el cucharon y emparejando.
- Cada capa de agregado fino es apisonada con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente en toda el área. Se repite esta operación con las siguientes 2 capas.
- Enrasar el recipiente con la varilla eliminando el agregado fino excedente.
- Se determina el peso del recipiente cilíndrico más el agregado fino compactado.

Para agregado grueso:

- En el recipiente cilíndrico metálico se llena en tres capas el agregado grueso usando el cucharon y emparejando.
- Cada capa de agregado fino es apisonada con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente en toda el área. Se repite esta operación con las siguientes 2 capas.
- Enrasar el recipiente con la varilla eliminando el agregado grueso excedente.
- Se determina el peso del recipiente cilíndrico más el agregado grueso compactado.

e) Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa

(peso específico) y absorción del agregado grueso (NTP 400.021 – 2013)

Equipos

- Balanza con aproximación de 0.5g, equipada para suspender el recipiente desde el centro de la balanza.
- Cesta enmallada
- Contenedor de agua
- Horno con capacidad de temperatura de $(110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C})$
- Paño grande y absorbente

Procedimiento

- Se obtiene la muestra del agregado grueso mezclando y reduciendo por cuarteo manual, descartando todo el material que pase el tamiz N°4
- El obtuvo 3171.50kg y 3160.00kg de muestra (Siendo el mínimo 3Kg para agregados con tamaños máximo nominal 3/4” según la Tabla 1, NTP 400.021)
- Se lava la muestra para remover polvo u otras impurezas superficiales y luego secar las muestras en el horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 24hrs, hasta un peso constante. Ventilar en lugar fresco buscando que la temperatura de la muestra sea tolerable al contacto (aproximadamente 50°C).
- Luego se sumerge en agua a una temperatura ambiente, esto será por un tiempo de $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.

- Remover el agregado del agua y se hace rodar los agregados sobre el paño, hasta que no presente una película de agua visible, se puede realizar este proceso individualmente a las piedras más grandes en este punto se dice que alcanzó la condición saturada con superficie seca. Se obtiene el peso (**A**).
- Después se la muestra es puesta en la cesta de alambre y se sumerge en agua a una temperatura ambiente de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se elimina el aire atrapado antes del pesado en la balanza hidrostática, sacudiendo el recipiente mientras se sumerge, y se pesa (**B**).
- Se lleva al horno a una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y se deja enfriar a temperatura ambiente, durante 1 a 3 h o en un lugar fresco buscando que la temperatura de la muestra sea tolerable al contacto (aproximadamente $50\text{ }^{\circ}\text{C}$) y se pesa (**C**).

f) Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP 400.022 – 2013)

Equipos

- Balanza con aproximación de 0.1g
- Picnómetro de 500cm^3 de capacidad
- Molde metálico de forma troncocónica
- Barra compactadora de metal de 340gr de masa

- Horno con capacidad de temperatura de $(110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C})$

Procedimiento

- Se obtiene el agregado fino mezclando y reduciendo por cuarteo manual. Y se obtiene 1kg de muestra
- Se seca la muestra en el horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 24hrs, hasta un peso constante. Ventilar en lugar fresco buscando que la temperatura de la muestra sea tolerable al contacto (aproximadamente 50°C). Luego se sumerge la muestra durante 24hrs.
- Luego se drena el exceso de agua para evitar la pérdida de partículas finas y el material se extiende en un área abierta y se mueve con frecuencia para permitir que la muestra se seque uniformemente.
- La prueba de humedad superficial se realiza colocando un cono truncado de máximo diámetro en la parte inferior y llenándolo con agregado fino hasta exceder en la parte superior. Luego comienza con el apisonamiento que consta de 25 golpes y cada golpe debe caer libremente aproximadamente 5 mm de la superficie.
- Luego se levanta el molde, si el agregado fino conserva su forma en presencia de humedad libre. Continúe secando, mezclando y probando hasta que el cono colapse al retirarlo, lo que indica que el agregado fino ha alcanzado la condición de saturado superficialmente seca (SSS).

- Se colocan 500 g de la muestra del agregado fino que se preparó en el paso anterior **(A)** en el picnómetro y se llena parcialmente con agua a una temperatura de 23 ± 2 °C hasta alcanzar la marca de 500 cm³. Agite la botella manualmente para eliminar las burbujas de aire.
- Elimine manualmente las burbujas de aire haciendo rodar, invirtiendo y agitando el picnómetro para eliminar todas las burbujas de aire durante 15 a 20 minutos.
- Después de que todas las burbujas de aire se hayan eliminado, el frasco y su contenido deben estar a 23°C y llene el picnómetro hasta el volumen calibrado. Determine el peso total del matraz, la muestra y el agua **(C)**.
- Retire el agregado fino del frasco, seque en un horno a 110 ± 5 °C hasta peso constante, enfríe a temperatura ambiente durante 30min a 90min y determine el peso **(D)**.
- También previamente se debe tener el peso del picnómetro lleno de agua hasta el volumen de calibración **(B)**.

g) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles (NTP 400.019 – 2002)

Equipos

- Máquina de Los Ángeles
- Tamices

- Balanza con aproximación de 0.1g
- Esferas de acero de 46.8mm de diámetro
- Horno con capacidad de temperatura de $(110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C})$

Procedimiento

- h) Se comienza lavando los agregados y luego se lleva al horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 24hrs, hasta un peso no variable. Obtener un peso según la gradación de la tabla con una aproximación de 1gr.
- i) Luego se procede a colocar la muestra y las esferas en la maquina Los Ángeles, se programa y enciende para que rote a una velocidad de 30rpm, por 500 revoluciones.
- j) Luego se descarga el material y se procede a tamizar por la malla N°12, y se determina la masa con aproximación 1gr.

3.4.3. Diseño de mezclas

- Luego de obtener las características y propiedades físicas de los Agregados, determinados con los Ensayos de Laboratorio, se realizará el Diseño de Mezclas. En la dosificación de los materiales del concreto se utilizará Cemento Pórtland tipo I.
- El diseño de mezcla se realizará aplicando el Método del Comité 211 del ACI, este procedimiento de diseño se ha desarrollado basándose en algunas tablas elaboradas mediante ensayos de los agregados, que nos permiten obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica del concreto.
- Se realizará 02 diseños de mezclas para una resistencia $f^{\circ}c = 210\text{kg}/\text{cm}^2$ una correspondiente a las características físicas de la Cantera de Tacllan y otra para la Cantera de Pariahuanca.

- El asentamiento permitido en la prueba del Cono de Abrams permitido será de 1” a 3” y sin aire incorporado.

3.4.4. Elaboración y curado de Probetas Cilíndricas

La elaboración y curado de probetas cilíndricas se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y materiales 3RGeoingeniería S.A.C. ubicado en la ciudad de Huaraz donde se disponen de los equipos y materiales en perfecta condición y calidad; La elaboración fue realizada según la NTP 339.183 (2013):

Equipos:

- Moldes cilíndricos: De acero no reactivo con el concreto e impermeable, de 15cm de diámetro y 30cm de altura
- Varilla de compactación: De acero liso con sección circular recta y con una punta semiesférica para el compactado de 16mm de diámetro y 600mm de largo.
- Martillo de goma: De 600gr de peso
- Herramientas: lampas, planchas, baldes, cucharones, guantes de goma, tazones metálicos, wincha.
- Cono de Abrams: presenta plancha base, cono y varilla metálica
- Mezcladora de concreto: De 4pies/m³
- Balanza

Procedimiento:

- Se pesa las cantidades de los agregados, cemento y agua según el cálculo del diseño de mezcla, teniendo en cuenta el porcentaje de desperdicio.
- Se humedece el interior del trompo mezclador, se comienza añadiendo primero el agregado grueso junto a una parte del agua y se les da algunos giros. Luego se añade el agregado fino, cemento y el resto del agua.
- Procede a mezclar el durante 3 min, seguido por 3 minutos de reposo y 2 minutos de mezclado final.

- Vaciar el concreto mezclado en una bandeja húmeda y limpia para remezclar con una lampa para eliminar la segregación.
- Inmediatamente después se realiza el ensayo de Cono de Abrams para medir el asentamiento y verificar si cumple con el slump propuesto.
- Se preparan anticipadamente los moldes cilíndricos, aplicándoles ligeramente una capa de desmoldante (petróleo en nuestro caso) para facilitar el desmoldeo.
- Se colocan los moldes sobre una superficie horizontal, nivelada y rígida.
- Se llenan los moldes en 3 capas de concreto, al llenar cada capa se realiza el varillado o compactado en una secuencia de 25 golpes distribuidos uniformemente sin atravesar la capa inferior. Después de que cada capa es varillada, usando el martillo de goma golpear suavemente de 10 a 15 veces los lados del molde para eliminar burbujas de aire y vacíos que se hayan podido producir.
- Se enrasa la superficie del concreto y se le da el acabado con la plancha buscando que la superficie quede plana, lisa y que se encuentre nivelada con el borde de los moldes.
- Se cubrieron los especímenes con plástico para evitar la pérdida de humedad.
- Después de 24 horas se procedió a desmoldar los especímenes cilíndricos
- Se procedió con el respectivo curado de especímenes cilíndricos, se lleva los especímenes desmoldados a la poza de curado, y son cubiertos de agua a $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta el momento en que cumpla sus días de curado y ser ensayados a compresión.

3.4.5. *Elaboración y curado de Vigas Prismáticas*

La elaboración y curado de vigas prismáticas se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y materiales 3RGeoingeniería S.A.C. ubicado en la ciudad de Huaraz donde se disponen de los equipos y materiales en perfecta condición y calidad; La elaboración fue realizada según la NTP 339.183 (2013):

Equipos:

- Moldes prismáticos: De acero no reactivo e impermeable, de 6” de sección y 20” de longitud.
- Varilla de compactación: De acero liso con sección circular recta y con una punta semiesférica para el compactado de 16mm de diámetro y 600mm de largo.
- Martillo de goma: De 600gr de peso
- Herramientas: lampas, planchas, baldes, cucharones, guantes de goma, tazones metálicos, wincha.
- Cono de Abrams: presenta plancha base, cono y varilla metálica
- Mezcladora de concreto: De 4pies/m³
- Balanza

Procedimiento:

- Se pesa las cantidades de los agregados, cemento y agua según el cálculo del diseño de mezcla, teniendo en cuenta el porcentaje de desperdicio.
- Se humedece el interior del trompo mezclador, se comienza añadiendo primero el agregado grueso junto a una parte del agua y se les da algunos giros. Luego se añade el agregado fino, cemento y el resto del agua.
- Procede a mezclar el durante 3 min, seguido por 3 minutos de reposo y 2 minutos de mezclado final.
- Vaciar el concreto mezclado en una bandeja húmeda y limpia para remezclar con una lampa para eliminar la segregación.
- Inmediatamente después se realiza el ensayo de Cono de Abrams para medir el asentamiento y verificar si cumple con el slump propuesto.
- Se preparan anticipadamente los moldes prismáticos, aplicándoles ligeramente una capa de desmoldante (petróleo en nuestro caso) para facilitar el desmoldeo.

- Se colocan los moldes sobre una superficie horizontal, nivelada y rígida.
- Se llenan los moldes en 2 capas de concreto, al llenar cada capa se realiza el varillado o compactado en una secuencia de 54 golpes distribuidos uniformemente sin atravesar la capa inferior. Después de que cada capa es varillada, usando el martillo de goma golpear suavemente de 10 a 15 veces los lados del molde para eliminar burbujas de aire y vacíos que se hayan podido producir.
- Se enrasa la superficie del concreto y se le da el acabado con la plancha buscando que la superficie quede plana, lisa y que se encuentre nivelada con el borde de los moldes.
- Se cubrieron los especímenes con plástico para evitar la pérdida de humedad.
- Después de 24 horas se procedió a desmoldar los especímenes cilíndricos
- Se procedió con el respectivo curado de especímenes cilíndricos, se lleva los especímenes desmoldados a la poza de curado, y son cubiertos de agua a $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta el momento en que cumpla sus días de curado y ser ensayados a compresión.

3.4.6. *Ensayo de resistencia a la compresión*

El ensayo de resistencia a la compresión se realizó de acuerdo al “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas” de la NTP 339.034

Se realizó la verificación de la calibración de las máquinas de ensayo y que está sea de un tipo con capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga indicada en el apartado.

Equipos:

- Máquina automática de compresión: Capaz de ejercer carga suficiente y a una velocidad constante.
- Equipos de protección personal

Procedimientos:

- Se retiraron las probetas cilíndricas de la poza de curado, para ser ensayadas evitando la pérdida de humedad.
- Cada espécimen es medido y pesado para poder ingresar esos datos en la máquina, se configura la velocidad de carga a 0.25MPa/s para que esta sea constante y no se presenten choques.
- Se colocan soportes circulares con almohadillas de neopreno en los extremos superior e inferior de las probetas cilíndricas para así distribuir uniformemente la carga aplicada durante el ensayo.
- Se aplicó la carga hasta la rotura de la probeta cilíndrica. Se obtiene el esfuerzo y carga máxima de rotura a compresión.
- Se ensayarán 48 probetas cilíndricas por cada Cantera de estudio, 12 probetas en 4 edades de curado de acuerdo a la NTP 339.034

Tabla 16

Número de ensayos de resistencia a la compresión

Muestra	Agregados	Edad de rotura				Sub Total
		7 días	14 días	21 días	28 días	
Probetas cilíndricas	Cantera	12	12	12	12	48
	Tacllan					
	Cantera	12	12	12	12	48
	Pariahuanca					
TOTAL						96

Nota. Fuente: Elaboración propia

3.4.7. *Ensayo de resistencia a la flexión*

El ensayo de resistencia a la flexión se realizará de acuerdo al “Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo” de la NTP 339.078

Se realizó la verificación de la calibración de las máquinas de ensayo y que está sea de un tipo con capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga indicada en el apartado.

Equipos:

- Máquina automática de compresión: Capaz de ejercer carga suficiente y a una velocidad constante.
- Dispositivo para ensayo de viga a flexión
- Equipos de protección personal

Procedimientos:

- Se retiraron las vigas prismáticas de la poza de curado, para ser ensayadas evitando la pérdida de humedad.
- Cada espécimen es medido y pesado para poder ingresar esos datos en la máquina, se configura la velocidad de carga a 1.1MPa/min para que esta sea constante y no se presenten choques.
- Se instala el dispositivo para ensayo de viga a flexión en el cabezal de la máquina que ejercerá la carga, calibrando la distancia entre apoyos y la aplicación de carga a los tercios.
- Se aplicó la carga hasta la rotura de la viga prismática. Se obtiene la carga máxima de rotura a flexión.
- Se ensayarán 48 vigas primaticas por cada Cantera de estudio, 12 vigas en 4 edades de curado de acuerdo a la NTP 339.078

Tabla 17*Número de ensayos de resistencia a la flexión*

Muestra	Agregados	Edad de rotura				Sub Total
		7 días	14 días	21 días	28 días	
Vigas prismáticas	Cantera	12	12	12	12	48
	Tacllan					
	Cantera	12	12	12	12	48
	Pariahuanca					
TOTAL						96

Nota. Fuente: Elaboración propia

3.4.8. Análisis de datos

El objetivo de la investigación es correlacionar la resistencia a la compresión y el módulo de rotura evaluando 48 testigos por cada ensayo y para los agregados de ambas canteras, realizando un total de 96 testigos entre cilindros y vigas de concreto para la Cantera Tacllan y 96 testigos entre cilindros y vigas de concreto para la Cantera Pariahuanca.

Para está investigación se realizará un análisis estadístico descriptivo mediante el uso de datos numéricos tras los ensayos realizados, aportando metodologías para la evaluación y validación de resultados.

Media Aritmética (Promedio): Basado en el principio de valor esperado matemático o valor esperado, el valor característico de la serie de datos cuantitativos examinada se obtiene dividiendo la suma de todos sus valores por el número de conteos.

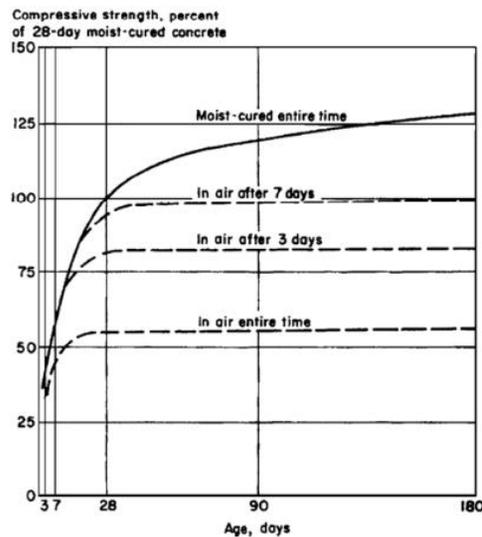
Desviación Estándar: Es una medida de dispersión de variables racionales y de intervalo. Indica cuánto se desvía un valor dado de la media o promedio de la distribución de datos.

Es la relación entre la magnitud de la media y la variabilidad de la variable. Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, lo que explica mejor el grado de variación en porcentaje que la desviación estándar o desviación típica.

3.4.9. Diseño estadístico para validar hipótesis

“La resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca superan la resistencia normalizada respectivamente”

Según el ACI 308R-01 la evolución de la resistencia a la compresión por edades de curado estaría dado por:



Tiempo	Porcentaje de f'c
7 días	65%
14 días	85%
21 días	95%
28 días	100%

Fig 1.4—Compressive strength of 150 x 300 mm (6 x 12 in.) cylinders as a function of age for a variety of curing conditions (Kosmatka and Panarese 1988).

Se trata de una prueba de hipótesis acerca de una media conocida ($\mu=65\%$, 85% , 95% , 100% respectivamente), una desviación típica desconocida y un tamaño de muestra menor a 30, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula de estadística de prueba:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

Cuya distribución se aproxima a la distribución normal con media 0 y desviación típica de 1 $N(0,1)$

Donde:

t: Estadístico de prueba.

\bar{X} : Media maestra.

μx : Media poblacional.

S: Desviación estándar Según Córdova Zamora se estima puntualmente por S. Que vendría a ser la desviación estándar de la muestra.

n: Tamaño de muestra.

Siendo las hipótesis de estudio lo siguiente:

Hipótesis Nula $H_0 = (65\%, 85\%, 95\%, 100\%)$ respectivamente para cada edad.

Hipótesis Alternativa $H_0 > (65\%, 85\%, 95\%, 100\%)$ respectivamente para cada edad

“El módulo de rotura a la flexión del concreto para pavimento rígido a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, utilizando agregados de las canteras de Taclán y Pariahuanca superan la resistencia normalizada respectivamente”

Se trata de una prueba de hipótesis acerca de una media conocida ($\mu=34$), una desviación típica desconocida y un tamaño de muestra menor a 30, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula de estadística de prueba:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu x S}{\sqrt{n}}$$

Cuya distribución se aproxima a la distribución normal con media 0 y desviación típica de 1 $N(0,1)$

Donde:

t: Estadístico de prueba.

\bar{X} : Media maestra.

μx : Media poblacional.

S : Desviación estándar Según Córdova Zamora se estima puntualmente por S . Que vendría a ser la desviación estándar de la muestra.

n : Tamaño de muestra.

Siendo las hipótesis de estudio lo siguiente:

Hipótesis Nula $H_0 = 34$ para la edad de 28 días.

Hipótesis Alternativa $H_0 > 34$ para la edad de 28 días

“Existe una correlación significativa de la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión que mejorarán el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos de la ciudad de Huaraz, 2023”

Para esta tercera hipótesis se determinará de manera puntual mediante el índice de correlación de Pearson con la siguiente formula:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

Donde:

S_{xy} : Es la covarianza de X e Y.

S_x : Es la desviación estándar de X.

S_y : Es la desviación estándar de Y.

La hipótesis específica se validará de la siguiente manera:

Si $r = 1$, Entonces existe que hay una correlación perfecta positiva.

Si $r = -1$, Entonces se dice que hay una correlación perfecta negativa.

Si $r = 0$, Entonces se dice que no hay correlación entre las dos variables.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Resultados de los ensayos a los agregados de la cantera Pariahuanca

a) Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del contenido de humedad, mediante la siguiente fórmula:

$$W \% = \frac{(P_H - P_S)}{P_S} * 100$$

W = Contenido de humedad (%)

P_H = Peso de la muestra húmeda (gr)

P_S = Peso de la muestra seca (gr)

Tabla 18

Contenido de humedad del agregado fino – Cantera Pariahuanca

Muestra	Agregado fino	
Ensayo	01	02
Recipiente	ACH-R01	ACH-R02
Peso del recipiente (P _{Recip})	(gr) 393.10	391.60
Peso de muestra húmeda (P _H) + P _{Recip}	(gr) 893.10	891.60
Peso de muestra seca (P _S) + P _{Recip}	(gr) 868.92	867.58
Peso del agua	(gr) 24.18	24.02
Peso de muestra seca	(gr) 475.82	475.98
Contenido de humedad (w)	(%) 5.08	5.05
Contenido de humedad promedio (W _{Prom})	(%)	5.06

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 19*Contenido de humedad del agregado grueso – Cantera Pariahuanca*

Muestra	Agregado grueso	
	01	02
Ensayo		
Recipiente	ACH-R03	ACH-R04
Peso del recipiente (P_{Recip})	(gr) 393.60	389.10
Peso de muestra húmeda (P_H) + P_{Recip}	(gr) 3393.60	3389.40
Peso de muestra seca (P_S) + P_{Recip}	(gr) 3384.70	3379.60
Peso del agua	(gr) 8.90	9.80
Peso de muestra seca	(gr) 2991.10	2990.50
Contenido de humedad (w)	(%) 0.30	0.33
Contenido de humedad promedio (W_{Prom})	(%)	0.31

Nota. Fuente: Elaboración propia

b) Materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μ m (N°200) por lavado en agregados

Tabla 20*Material que pasa el tamiz de 75 μ m (N°200) – Cantera Pariahuanca*

Ensayo	Resultado
Material que pasa el tamiz de 75 μ m (N°200) Agregado fino	2.97 %
Material que pasa el tamiz de 75 μ m (N°200) Agregado grueso	0.00 %

Nota. Fuente: Elaboración propia

c) Análisis granulométrico por tamizado

- **Agregado fino**

Para el análisis granulométrico del agregado fino, previamente se determinó el material que pasa el tamiz de 75µm (N°200) por el método del ensayo de la NTP 400.018. Se utilizó la misma muestra.

En la Tabla 21 se muestra el análisis granulométrico del agregado fino

Tabla 21

Análisis granulométrico del agregado fino – Cantera Pariahuanca

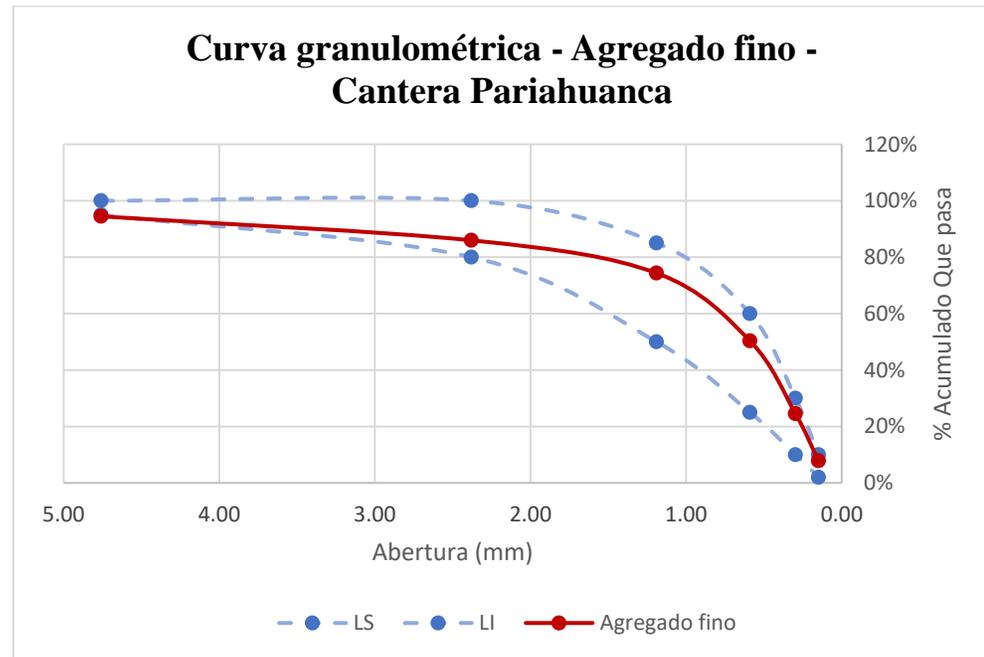
Abertura de malla		Peso retenido	%	%	%	Limites
Tamiz	mm		Retenido parcial	Retenido acumulado	Acumulado Que pasa	ASTM C-33
3/8"	9.53	5.10	0.51	0.51	99.49	100
N° 04	4.76	50.30	5.03	5.54	94.46	95 – 100
N° 08	2.38	94.90	9.49	15.03	84.97	80 – 100
N° 16	1.19	146.20	14.62	29.65	70.35	50 – 85
N° 30	0.59	250.10	25.01	54.66	45.34	25 – 60
N° 50	0.30	228.40	22.84	77.50	22.50	10 – 30
N° 100	0.15	166.60	16.66	94.16	5.84	2 - 10
N° 200	0.07	28.70	2.87	97.03	2.97	
< N° 200	Fondo	0.00				
Total		970.30				

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20, se muestra que el porcentaje de finos que pasan la malla N° 200 es del 2.97%, siendo el límite permisible 5%, lo que significa que el agregado fino está dentro de lo establecido y no presenta impurezas que nos obligan a realizar un lavado para su uso en la mezcla de concreto.

Figura 3

Curva granulométrica del agregado fino – Cantera Pariahuanca



Nota. Fuente: Elaboración propia

En la figura 03, se muestra la curva granulométrica del agregado fino de la cantera Pariahuanca, donde se puede observar que la arena se encuentra dentro de los límites granulométricos superior e inferior establecidos por la NTP 400.037

Módulo de fineza

$$\text{Módulo de fineza} = \frac{\%Ret. Acumulado(N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$\text{Módulo de fineza} = \frac{262.54}{100} = 2.625$$

- **Agregado grueso**

Para el análisis granulométrico del agregado grueso, previamente se determinó el material que pasa el tamiz de 75µm (N°200) por el método del ensayo de la NTP 400.018. Se utilizó la misma muestra.

En la Tabla 22 se muestra el análisis granulométrico del agregado grueso

Tabla 22

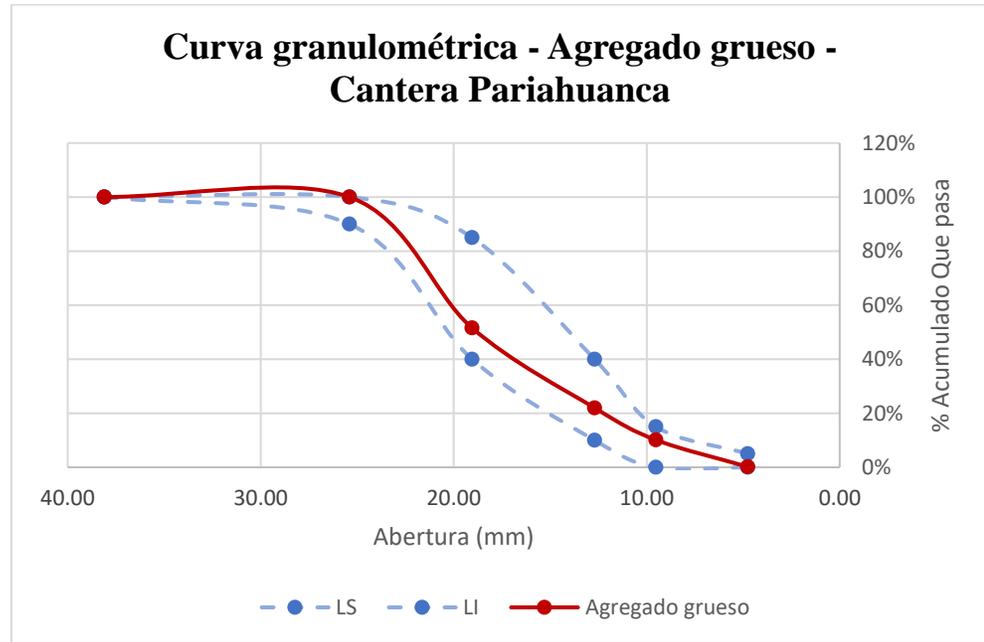
Análisis granulométrico del agregado grueso – Cantera Pariahuanca

Abertura de malla		Peso retenido	%	%	%	Límites HUSO 56
Tamiz	mm		Retenido parcial	Retenido acumulado	Acumulado Que pasa	
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100 – 100
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	90 – 100
3/4"	19.05	2422.00	48.44	48.44	51.56	40 – 85
1/2"	12.70	1479.40	29.59	78.02	21.98	10 – 40
3/8"	9.53	592.50	11.85	89.87	10.13	0 - 15
N° 04	4.76	498.40	9.97	99.84	0.16	0 - 5
N° 08	2.38	0.00	0.00			
Total		4992.30				

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 4

Curva granulométrica del agregado grueso – Cantera Pariahuanca



Nota. Fuente: Elaboración propia

En la figura 04, se muestra la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera Pariahuanca, donde se puede observar que la piedra chancada se encuentra en su mayoría dentro de los límites granulométricos superior e inferior del Huso 56, establecidos por la NTP 400.037.

d) Masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”)

- **Agregado fino**

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del peso unitario del agregado fino, mediante las siguientes formulas:

$$PU_S = \frac{PM_S}{V_R}$$

$$PU_C = \frac{PM_C}{V_R}$$

PU_S = Peso unitario suelto (kg/m^3)

PU_C = Peso unitario compactado (kg/m^3)

PM_S = Peso de la muestra suelta (kg)

PM_C = Peso de la muestra compactada (kg)

V_R = Volumen del recipiente (m^3)

Tabla 23

Peso unitario suelto del agregado fino – Cantera Pariahuanca

Muestra		Agregado fino		
		01	02	03
Ensayo				
Peso del recipiente	(gr)	7150.00	7150.00	7150.00
Peso del recipiente + material	(gr)	22190.00	22180.00	2180.00
Peso del material (PM_S)	(gr)	15040.00	15030.00	15030.00
Volumen del recipiente (V_R)	(cm^3)	9270.00	9270.00	9270.00
Peso Unitario Suelto (PU_S)	(kg/m^3)	1.622	1.621	1.621
Peso Unitario Suelto Promedio	(kg/m^3)		1.622	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 24*Peso unitario compactado del agregado fino – Cantera Pariahuanca*

Muestra	Agregado fino		
	01	02	03
Ensayo			
Peso del recipiente	(gr) 7150.00	7150.00	7150.00
Peso del recipiente + material	(gr) 23520.00	23530.00	23580.00
Peso del material (PM _C)	(gr) 16370.00	16380.00	16430.00
Volumen del recipiente (V _R)	(cm ³) 9270.00	9270.00	9270.00
Peso Unitario Compactado (PU _C)	(kg/m ³) 1.766	1.767	1.772
Peso Unitario Compactado Promedio	(kg/m ³)	1.768	

Nota. Fuente: Elaboración propia

- **Agregado grueso**

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del peso unitario del agregado grueso, mediante las siguientes formulas:

$$PU_S = \frac{PM_S}{V_R}$$

$$PU_C = \frac{PM_C}{V_R}$$

PU_S = Peso unitario suelto (kg/m³)

PU_C = Peso unitario compactado (kg/m³)

PM_S = Peso de la muestra suelta (kg)

PM_C = Peso de la muestra compactada (kg)

V_R = Volumen del recipiente (m³)

Tabla 25*Peso unitario suelto del agregado grueso – Cantera Pariahuanca*

Muestra		Agregado grueso		
Ensayo		01	02	03
Peso del recipiente	(gr)	7150.00	7150.00	7150.00
Peso del recipiente + material	(gr)	20120.00	20130.00	20150.00
Peso del material (PMs)	(gr)	12970.00	12980.00	13000.00
Volumen del recipiente (V _R)	(cm ³)	9270.00	9270.00	9270.00
Peso Unitario Suelto (PUs)	(kg/m ³)	1.399	1.400	1.402
Peso Unitario Suelto Promedio	(kg/m ³)	1.401		

Nota. Fuente: Elaboración propia**Tabla 26***Peso unitario compactado del agregado grueso - Cantera Pariahuanca*

Muestra		Agregado grueso		
Ensayo		01	02	03
Peso del recipiente	(gr)	7150.00	7150.00	7150.00
Peso del recipiente + material	(gr)	21180.00	21170.00	21200.00
Peso del material (PM _C)	(gr)	14030.00	14020.00	14050.00
Volumen del recipiente (V _R)	(cm ³)	9270.00	9270.00	9270.00
Peso Unitario Compactado (PU _C)	(kg/m ³)	1.513	1.512	1.516
Peso Unitario Compactado Promedio	(kg/m ³)	1.514		

Nota. Fuente: Elaboración propia

e) Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del peso específico y absorción del agregado fino, mediante las siguientes formulas:

$$P_e = \frac{D}{E}$$

$$\%_{abs} = \left(\frac{A - D}{D} \right) * 100$$

P_e = Peso específico (gr/cm³)

$\%_{abs}$ = Porcentaje de absorción (gr/cm³)

A = Peso material saturado superficialmente seca (gr)

D = Peso del material seco en el horno (gr)

E = Volumen de masa + volumen de vacíos (cm³)

Tabla 27

Peso específico y absorción del agregado fino - Cantera Pariahuanca

Muestra		Agregado fino	
Tamaño máximo de muestra		Malla N° 4	
Tipo de frasco		Fiola 500ml	
Ensayo		01	02
(A)	Peso del material saturado superficialmente seca (gr)	500.00	500.00
(B)	Peso fiola + agua (gr)	674.40	674.40
(C)	Peso fiola + muestra sss + agua (gr)	982.20	981.10
(D)	Peso material seco en el horno (gr)	489.90	489.50
(E)=(A+B)-C	Volumen de masa + Volumen de vacíos (Bruto) (cm ³)	192.20	193.30

(F)=E-(A-D)	Volumen de masa (Neto)	(cm ³)	182.10	182.80
((A-D)/D)*100	Porcentaje de absorción	(%)	2.06%	2.15%
(D/E)	P.E. Bulk (Base seca)	(gr/cm ³)	2.55	2.53
(A/E)	P.E. Bulk (Base saturada)	(gr/cm ³)	2.60	2.59
(D/F)	P.E. Aparente o relativo (Base seca)	(gr/cm ³)	2.69	2.68
Porcentaje de absorción – Prom		(%)	2.10%	
P.E. Bulk (Base seca) – Prom		(gr/cm ³)	2.541	
P.E. Bulk (Base saturada) – Prom		(gr/cm ³)	2.594	
P.E. Aparente o relativo (Base seca) - Prom		(gr/cm ³)	2.684	

Nota. Fuente: Elaboración propia

f) Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso, mediante las siguientes formulas:

$$P_e = \frac{C}{D}$$

$$\%_{abs} = \left(\frac{A - C}{C} \right) * 100$$

P_e = Peso específico (gr/cm³)

$\%_{abs}$ = Porcentaje de absorción (gr/cm³)

A = Peso material saturado superficialmente seca - aire (gr)

C = Peso del material seco en el horno (gr)

D = Volumen de masa + volumen de vacíos (cm³)

Tabla 28*Peso específico y absorción del agregado grueso - Cantera Pariahuanca*

Muestra		Agregado grueso		
Tamaño máximo de muestra		Malla 3/4"		
Tipo de frasco		Cesta metálica		
Ensayo		01	02	
(A)	Peso del material saturado superficialmente seca (aire)	(gr)	3171.50	3160.00
(B)	Peso del material saturado superficialmente seca (agua)	(gr)	1990.15	1978.20
(C)	Peso material seco en el horno	(gr)	3146.90	3133.30
(D)=A-B	Volumen de masa + Volumen de vacíos (Bruto)	(cm ³)	1181.35	1181.80
(E)=D-(A-C)	Volumen de masa (Neto)	(cm ³)	1156.75	1155.10
((A-C)/C)*100	Porcentaje de absorción	(%)	0.78%	0.85%
(C/D)	P.E. Bulk (Base seca)	(gr/cm ³)	2.66	2.65
(A/E)	P.E. Bulk (Base saturada)	(gr/cm ³)	2.74	2.74
(C/E)	P.E. Aparente o relativo (Base seca)	(gr/cm ³)	2.72	2.71
Porcentaje de absorción – Prom		(%)	0.82%	
P.E. Bulk (Base seca) – Prom		(gr/cm ³)	2.658	
P.E. Bulk (Base saturada) – Prom		(gr/cm ³)	2.739	
P.E. Aparente o relativo (Base seca) - Prom		(gr/cm ³)	2.717	

Nota. Fuente: Elaboración propia

g) Abrasión de Los Ángeles

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del porcentaje de desgaste, mediante la siguiente fórmula

$$\text{Porcentaje de desgaste (\%)} = \frac{(A - B)}{A} * 100$$

A = Peso material seco antes del ensayo (gr)

C = Peso del material seco retenido malla N°12 (gr)

Tabla 29

Gradación del agregado grueso – Cantera Pariahuanca

Tamaño de tamiz		Masa de tamaño indicado, g			
		Gradación			
Que pasa	Retenido	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 gr.±25			
1"	3/4"	1250 gr.±25			
3/4"	1/2"	1250 gr.±10	2500gr.±10		
1/2"	3/8"	1250 gr.±10	2500gr.±10		
3/8"	No 3			2500gr.±10	
No 3	No 4			2500gr.±10	
No 4	No 8				5000gr.±10
Total		5000 gr.±10	5000 gr.±10	5000 gr.±10	5000 gr.±10

$$\text{Porcentaje de desgaste (\%)} = \frac{(5000 - 4125)}{5000} * 100$$

$$\text{Porcentaje de desgaste (\%)} = 17.50 \%$$

4.1.2. Resultados de los ensayos a los agregados de la cantera Tacllan

a) Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del contenido de humedad, mediante la siguiente fórmula:

$$W \% = \frac{(P_H - P_S)}{P_S} * 100$$

W = Contenido de humedad (%)

P_H = Peso de la muestra húmeda (gr)

P_S = Peso de la muestra seca (gr)

Los cálculos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 30

Contenido de humedad del agregado fino – Cantera Tacllan

Muestra	Agregado fino	
Ensayo	01	02
Recipiente	ACH-R01	ACH-R02
Peso del recipiente (P _{Recip})	(gr) 388.10	387.50
Peso de muestra húmeda (P _H) + P _{Recip}	(gr) 888.10	887.50
Peso de muestra seca (P _S) + P _{Recip}	(gr) 866.40	865.30
Peso del agua	(gr) 21.70	22.20
Peso de muestra seca	(gr) 478.30	477.80
Contenido de humedad (w)	(%) 4.54	4.65
Contenido de humedad promedio (W _{Prom})	(%)	4.59

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 31*Contenido de humedad del agregado grueso - Cantera Tacllan*

Muestra	Agregado grueso	
	01	02
Ensayo		
Recipiente	ACH-R03	ACH-R04
Peso del recipiente (P_{Recip})	(gr) 396.70	390.50
Peso de muestra húmeda (P_H) + P_{Recip}	(gr) 3396.70	3390.50
Peso de muestra seca (P_s) + P_{Recip}	(gr) 3387.30	3379.20
Peso del agua	(gr) 9.40	11.30
Peso de muestra seca	(gr) 2990.60	2988.70
Contenido de humedad (w)	(%) 0.31	0.38
Contenido de humedad promedio (W_{Prom})	(%)	0.35

Nota. Fuente: Elaboración propia

b) Materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado $75\mu\text{m}$ (N°200) por lavado en agregados

Tabla 32*Material que pasa el tamiz de $75\mu\text{m}$ (N°200) – Cantera Tacllan*

Ensayo	Resultado
Material que pasa el tamiz de $75\mu\text{m}$ (N°200)	Agregado fino 2.49 %
Material que pasa el tamiz de $75\mu\text{m}$ (N°200)	Agregado grueso 0.00 %

Nota. Fuente: Elaboración propia

c) Análisis granulométrico por tamizado

- **Agregado fino**

Para el análisis granulométrico del agregado fino, previamente se determinó el material que pasa el tamiz de 75µm (N°200) por el método del ensayo de la NTP 400.018. Se utilizó la misma muestra.

En la Tabla 33 se muestra el análisis granulométrico del agregado fino

Tabla 33

Análisis granulométrico del agregado fino - Cantera Tacllan

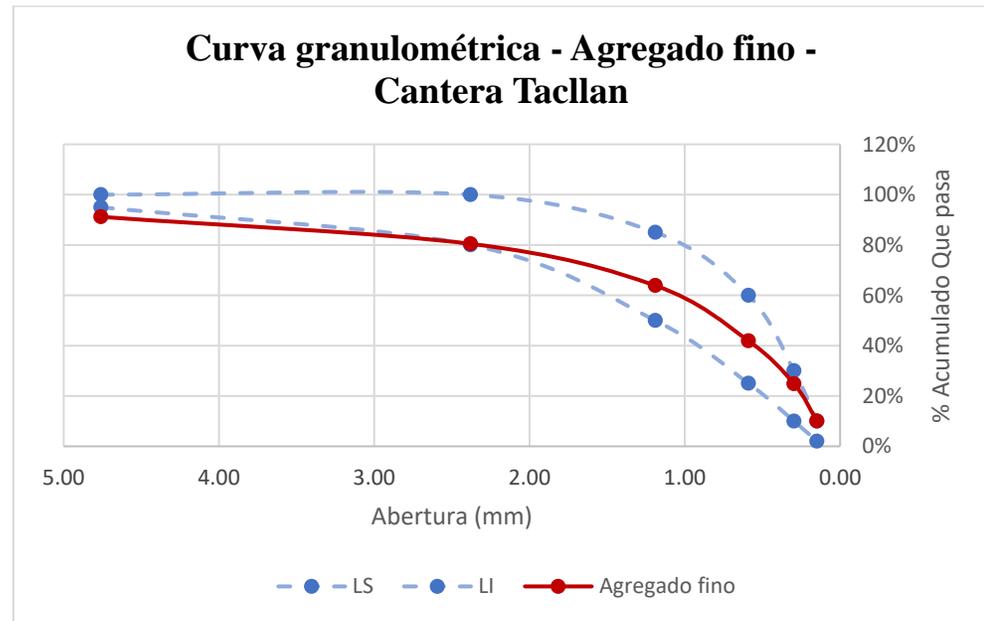
Abertura de malla		Peso retenido	%	%	%	Límites ASTM C-33
Tamiz	mm		Retenido parcial	Retenido acumulado	Acumulado Que pasa	
3/8"	9.53	10.00	1.00	1.00	99.00	100
N° 04	4.76	78.20	7.82	8.82	91.18	95 – 100
N° 08	2.38	107.10	10.71	19.53	80.47	80 – 100
N° 16	1.19	166.00	16.60	36.13	63.87	50 – 85
N° 30	0.59	229.70	22.97	59.10	40.90	25 – 60
N° 50	0.30	170.50	17.05	76.15	23.85	10 – 30
N° 100	0.15	147.70	14.77	90.92	9.08	2 - 10
N° 200	0.07	65.90	6.59	97.51	2.49	
< N° 200	Fondo	0.00				
Total		975.10				

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33 se muestra que el porcentaje de finos que pasan la malla N° 200 es del 2.49%, siendo el límite permisible 5%, lo que significa que el agregado fino está dentro de lo establecido y no presenta impurezas que nos obligan a realizar un lavado para su uso en la mezcla de concreto.

Figura 5

Curva granulométrica del agregado fino - Cantera Tacllan



Nota. Fuente: Elaboración propia

En la figura 05, se muestra la curva granulométrica del agregado fino de la cantera Pariahuanca, donde se puede observar que la arena se encuentra dentro de los límites granulométricos superior e inferior establecidos por la NTP 400.037

Módulo de fineza

$$\text{Módulo de fineza} = \frac{\%Ret. Acumulado(N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$\text{Módulo de fineza} = \frac{287.65}{100} = 2.877$$

- **Agregado grueso**

Para el análisis granulométrico del agregado grueso, previamente se determinó el material que pasa el tamiz de 75 μ m (N°200) por el método del ensayo de la NTP 400.018. Se utilizó la misma muestra.

En la Tabla 33 se muestra el análisis granulométrico del agregado grueso

Tabla 34

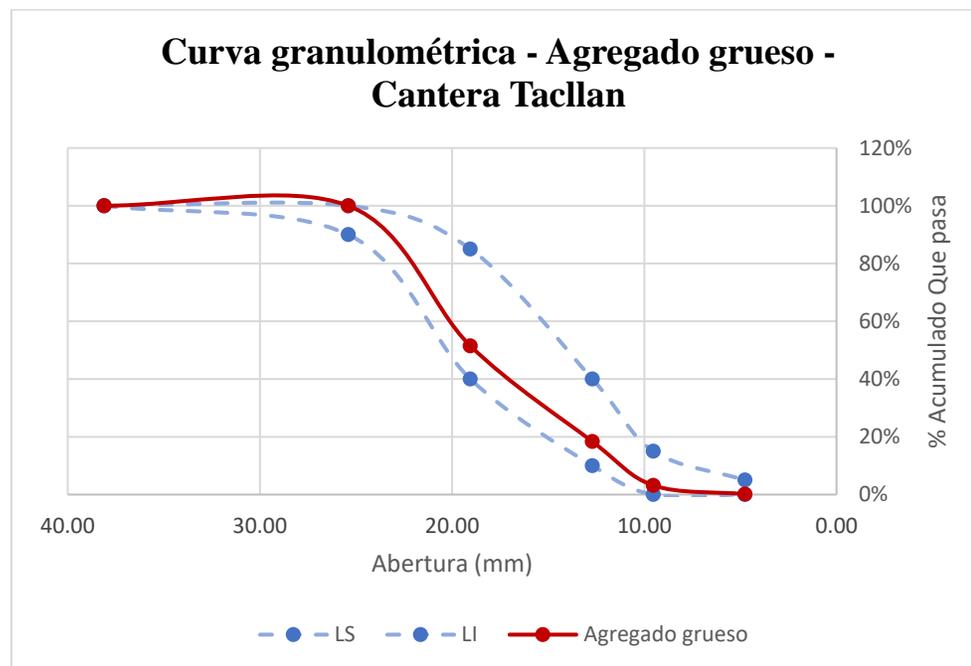
Análisis granulométrico del agregado grueso - Cantera Tacllan

Abertura de malla		Peso retenido	%	%	%	Límites HUSO 56
Tamiz	mm		Retenido parcial	Retenido acumulado	Acumulado Que pasa	
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100 – 100
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	90 – 100
3/4"	19.05	2427.00	48.53	48.53	51.47	40 – 85
1/2"	12.70	1656.80	33.13	81.66	18.34	10 – 40
3/8"	9.53	758.40	15.17	96.83	3.17	0 - 15
N° 04	4.76	152.20	3.04	99.87	0.13	0 - 5
N° 08	2.38	0.00	0.00			
Total		4994.40				

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 6

Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Tacllan



Nota. Fuente: Elaboración propia

En la figura 06, se muestra la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera Tacllan, donde se puede observar que la piedra chancada se encuentra en su mayoría dentro de los límites granulométricos superior e inferior del Huso 56, establecidos por la NTP 400.037.

d) Masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”)

- **Agregado fino**

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del peso unitario del agregado fino, mediante las siguientes formulas:

$$PU_S = \frac{PM_S}{V_R}$$

$$PU_C = \frac{PM_C}{V_R}$$

PU_S = Peso unitario suelto (kg/m³)

PU_C = Peso unitario compactado (kg/m³)

PM_S = Peso de la muestra suelta (kg)

PM_C = Peso de la muestra compactada (kg)

V_R = Volumen del recipiente (m³)

Tabla 35

Peso unitario suelto del agregado fino - Cantera Tacllan

Muestra	Agregado fino		
	01	02	03
Ensayo			
Peso del recipiente	(gr) 7150.00	7150.00	7150.00
Peso del recipiente + material	(gr) 22250.00	22310.00	22270.00
Peso del material (PM _S)	(gr) 15100.00	15160.00	15120.00
Volumen del recipiente (V _R)	(cm ³) 9270.00	9270.00	9270.00
Peso Unitario Suelto (PU _S)	(kg/m ³) 1.629	1.635	1.631
Peso Unitario Suelto Promedio	(kg/m ³)	1.632	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 36*Peso unitario compactado del agregado fino - Cantera Tacllan*

Muestra	Agregado fino		
	01	02	03
Ensayo			
Peso del recipiente	(gr) 7150.00	7150.00	7150.00
Peso del recipiente + material	(gr) 23490.00	23530.00	23500.00
Peso del material (PM _C)	(gr) 16340.00	16380.00	16350.00
Volumen del recipiente (V _R)	(cm ³) 9270.00	9270.00	9270.00
Peso Unitario Compactado (PU _C)	(kg/m ³) 1.763	1.767	1.764
Peso Unitario Compactado Promedio	(kg/m ³)	1.764	

Nota. Fuente: Elaboración propia

- **Agregado grueso**

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del peso unitario del agregado grueso, mediante las siguientes formulas:

$$PU_S = \frac{PM_S}{V_R}$$

$$PU_C = \frac{PM_C}{V_R}$$

PU_S = Peso unitario suelto (kg/m³)

PU_C = Peso unitario compactado (kg/m³)

PM_S = Peso de la muestra suelta (kg)

PM_C = Peso de la muestra compactada (kg)

V_R = Volumen del recipiente (m³)

Tabla 37*Peso unitario suelto del agregado grueso - Cantera Tacllan*

Muestra		Agregado grueso		
Ensayo		01	02	03
Peso del recipiente	(gr)	7150.00	7150.00	7150.00
Peso del recipiente + material	(gr)	19870.00	19760.00	19850.00
Peso del material (PMs)	(gr)	12720.00	12610.00	12700.00
Volumen del recipiente (V _R)	(cm ³)	9270.00	9270.00	9270.00
Peso Unitario Suelto (PUs)	(kg/m ³)	1.372	1.360	1.370
Peso Unitario Suelto Promedio	(kg/m ³)	1.367		

Nota. Fuente: Elaboración propia**Tabla 38***Peso unitario compactado del agregado grueso - Cantera Tacllan*

Muestra		Agregado grueso		
Ensayo		01	02	03
Peso del recipiente	(gr)	7150.00	7150.00	7150.00
Peso del recipiente + material	(gr)	21180.00	21170.00	21190.00
Peso del material (PM _C)	(gr)	14030.00	14020.00	14040.00
Volumen del recipiente (V _R)	(cm ³)	9270.00	9270.00	9270.00
Peso Unitario Compactado (PUC)	(kg/m ³)	1.513	1.512	1.515
Peso Unitario Compactado Promedio	(kg/m ³)	1.513		

Nota. Fuente: Elaboración propia

e) **Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino**

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del peso específico y absorción del agregado fino, mediante las siguientes formulas:

$$P_e = \frac{D}{E}$$

$$\%_{abs} = \left(\frac{A - D}{D} \right) * 100$$

P_e = Peso específico (gr/cm³)

$\%_{abs}$ = Porcentaje de absorción (gr/cm³)

A = Peso material saturado superficialmente seca (gr)

D = Peso del material seco en el horno (gr)

E = Volumen de masa + volumen de vacíos (cm³)

Tabla 39

Peso específico y absorción del agregado fino - Cantera Tacllan

Muestra		Agregado fino	
Tamaño máximo de muestra		Malla N° 4	
Tipo de frasco		Fiola 500ml	
Ensayo		01	02
(A)	Peso del material saturado superficialmente seca (gr)	500.00	500.00
(B)	Peso fiola + agua (gr)	674.40	674.40
(C)	Peso fiola + muestra sss + agua (gr)	982.90	982.55
(D)	Peso material seco en el horno (gr)	490.20	490.70
(E)=(A+B)-C	Volumen de masa + Volumen de vacíos (Bruto) (cm ³)	191.50	191.85

(F)=E-(A-D)	Volumen de masa (Neto)	(cm ³)	181.70	182.55
((A-D)/D)*100	Porcentaje de absorción	(%)	2.00%	1.90%
(D/E)	P.E. Bulk (Base seca)	(gr/cm ³)	2.56	2.56
(A/E)	P.E. Bulk (Base saturada)	(gr/cm ³)	2.61	2.61
(D/F)	P.E. Aparente o relativo (Base seca)	(gr/cm ³)	2.70	2.69
Porcentaje de absorción – Prom		(%)	1.95%	
P.E. Bulk (Base seca) – Prom		(gr/cm ³)	2.559	
P.E. Bulk (Base saturada) – Prom		(gr/cm ³)	2.609	
P.E. Aparente o relativo (Base seca) - Prom		(gr/cm ³)	2.693	

Nota. Fuente: Elaboración propia

f) Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso, mediante las siguientes formulas:

$$P_e = \frac{C}{D}$$

$$\%_{abs} = \left(\frac{A - C}{C} \right) * 100$$

P_e = Peso específico (gr/cm³)

$\%_{abs}$ = Porcentaje de absorción (gr/cm³)

A = Peso material saturado superficialmente seca - aire (gr)

C = Peso del material seco en el horno (gr)

D = Volumen de masa + volumen de vacíos (cm³)

Tabla 40*Peso específico y absorción del agregado grueso - Cantera Tacllan*

Muestra		Agregado grueso		
Tamaño máximo de muestra		Malla 3/4"		
Tipo de frasco		Cesta metálica		
Ensayo		01	02	
(A)	Peso del material saturado superficialmente seca (aire)	(gr)	3177.90	3167.60
(B)	Peso del material saturado superficialmente seca (agua)	(gr)	2000.30	2002.10
(C)	Peso material seco en el horno	(gr)	3148.40	3139.40
(D)=A-B	Volumen de masa + Volumen de vacíos (Bruto)	(cm ³)	1177.60	1165.50
(E)=D-(A-C)	Volumen de masa (Neto)	(cm ³)	1148.10	1137.30
((A-C)/C)*100	Porcentaje de absorción	(%)	0.94%	0.90%
(C/D)	P.E. Bulk (Base seca)	(gr/cm ³)	2.67	2.69
(A/E)	P.E. Bulk (Base saturada)	(gr/cm ³)	2.77	2.79
(C/E)	P.E. Aparente o relativo (Base seca)	(gr/cm ³)	2.74	2.76
Porcentaje de absorción – Prom		(%)	0.92%	
P.E. Bulk (Base seca) – Prom		(gr/cm ³)	2.684	
P.E. Bulk (Base saturada) – Prom		(gr/cm ³)	2.777	
P.E. Aparente o relativo (Base seca) - Prom		(gr/cm ³)	2.751	

Nota. Fuente: Elaboración propia

g) Abrasión de Los Ángeles

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del porcentaje de desgaste, mediante la siguiente fórmula

$$\text{Porcentaje de desgaste (\%)} = \frac{(A - B)}{A} * 100$$

A = Peso material seco antes del ensayo (gr)

C = Peso del material seco retenido malla N°12 (gr)

Tabla 41

Gradación del agregado grueso – Cantera Tacllan

Tamaño de tamiz		Masa de tamaño indicado, g			
		Gradación			
Que pasa	Retenido	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 gr.±25			
1"	3/4"	1250 gr.±25			
3/4"	1/2"	1250 gr.±10	2500gr.±10		
1/2"	3/8"	1250 gr.±10	2500gr.±10		
3/8"	No 3			2500gr.±10	
No 3	No 4			2500gr.±10	
No 4	No 8				5000gr.±10
Total		5000 gr.±10	5000 gr.±10	5000 gr.±10	5000 gr.±10

$$\text{Porcentaje de desgaste (\%)} = \frac{(5000 - 3995)}{5000} * 100$$

$$\text{Porcentaje de desgaste (\%)} = 20.10 \%$$

4.1.3. *Diseño de mezcla de la cantera Pariahuanca*

Diseño de mezcla 01

Materiales:

Agregados: Piedra chancada – Cantera Pariahuanca

Arena gruesa – Cantera Pariahuanca

Cemento: Portland tipo I ASTM C-150 – Cemento Sol

Datos del Agregado Fino: Arena Gruesa

Módulo de fineza	=	2.77
Peso específico	=	2.54 Tn/m ³
Contenido de humedad	=	5.06 %
Absorción	=	2.10 %
Peso unitario suelto	=	1622 kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1768 kg/m ³

Datos del Agregado Grueso: Piedra chancada

Peso específico	=	2.66 Tn/m ³
Contenido de humedad	=	0.31 %
Absorción	=	0.82 %
Peso unitario suelto	=	1401 kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1514 kg/m ³

a) Resistencia promedio requerida (f'_{cr})

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'cr = f'c + 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'cr = 295 \text{ kg/cm}^2$$

b) Elección del revenimiento

De la tabla 4 (Tabla 6.3.1 ACI 211.1) para realizar pavimentos se recomienda una consistencia poco seca, se tiene:

$$\text{Slump} = 1 - 3 \text{ pulg}$$

c) Elección del tamaño máximo del agregado

Según el análisis granulométrico, se tiene:

$$\text{Tamaño máximo} = 1 \text{ pulg}$$

$$\text{Tamaño máximo nominal} = 3/4 \text{ pulg}$$

d) Estimación de la cantidad de agua y contenido de aire

De la tabla 5 (Tabla 6.3.3 ACI 211.1) y según el tamaño máximo nominal y la elección del slump, se tiene:

$$\text{Agua de mezclado} = 205 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aire total} = 2.0 \%$$

e) Selección de la relación A/C

De la tabla 7 (Tabla 6.3.4(a) ACI 211.1) sabiendo la resistencia a la compresión y que será un concreto sin aire incorporado, se tiene:

$$\text{Relación A/C} = 0.551$$

f) Cálculo de contenido de cemento

Sabiendo la cantidad de agua y la relación agua/cemento, se tiene:

$$C = \frac{A}{0.551} = \frac{205}{0.551}$$

$$C = 372.2 \text{ kg/m}^3 = 8.8 \text{ bolsas}$$

g) Estimación del contenido de agregado grueso

De la tabla 8 (Tabla 6.3.6 ACI 211.1) sabiendo el módulo de finura y el tamaño máximo nominal, se tiene:

$$\text{Volumen de agregado grueso} = 0.623 \text{ m}^3$$

$$\text{Contenido de agregado grueso} = 943.8 \text{ kg}$$

h) Estimación del contenido de agregado fino

Se usará el método de los volúmenes absolutos para calcular una cantidad más exacta del agregado fino.

Material	Peso absoluto	Gravedad específica	Volumen absoluto
Cemento	= 372.2 kg	= 3.13 gr/cm ³	= 0.119 m ³
Agua	= 205.0 kg	= 1.00 gr/cm ³	= 0.205 m ³
Grava	= 943.8 kg	= 2.66 gr/cm ³	= 0.355 m ³
Aire	= 2.0%	= ---	= 0.020 m ³
			Total = 0.699 m ³

$$\text{Volumen de agregado fino} = 1 - 0.699 = 0.301 \text{ m}^3$$

$$\text{Contenido de agregado grueso} = 764.54 \text{ kg}$$

i) Ajuste por humedad de los agregados

Sabiendo la humedad de los agregados se realiza el ajuste de humedad

$$\text{Peso del agregado grueso húmedo} = 946.8 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del agregado fino húmedo} = 803.3 \text{ kg}$$

j) Agua de mezcla

Sabiendo el porcentaje de absorción, ésta se excluye del agua de mezcla

$$\text{Agua en el agregado grueso} = -4.8 \text{ kg}$$

$$\text{Agua en el agregado fino} = 22.6 \text{ kg}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} = 187.1 \text{ kg}$$

k) Cantidad de materiales por m³ de concreto y proporciones

Las proporciones finales del diseño de mezcla se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 42

Resultados del diseño de mezcla 01 – Cantera Pariahuanca

Material	Peso	Volumen
Cemento	372.2 kg	0.247 m ³
Agregado grueso	946.8 kg	0.674 m ³
Agregado fino	803.3 kg	0.471 m ³

Agua de mezclado 187.1 kg 0.187 m³

Tabla 43

Proporción en peso del diseño de mezcla 01 - Cantera Pariahuanca

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.54	2.16

Tabla 44

Proporción en volumen del diseño de mezcla 01 - Cantera Pariahuanca

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.73	1.91

l) Ajustes a la mezcla de prueba

Las proporciones del diseño de mezcla fueron verificadas realizando mezclas de prueba según la NTP 339.183 (Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio).

Al realizarse el ensayo de cono de Abrams, éste nos dio un asentamiento de 5.3”, excediendo el rango propuesto en el diseño de mezcla.

Se vuelven a calcular nuevas proporciones disminuyendo el agua de mezclado y la relación A/C, para obtener el asentamiento propuesto.

Diseño de mezcla 02

Materiales:

Agregados: Piedra chancada – Cantera Pariahuanca

Arena gruesa – Cantera Pariahuanca

Cemento: Portland tipo I ASTM C-150 – Cemento Sol

Datos del Agregado Fino: Arena Gruesa

Módulo de fineza	=	2.77
Peso específico	=	2.54 Tn/m ³
Contenido de humedad	=	5.06 %
Absorción	=	2.10 %
Peso unitario suelto	=	1622 kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1768 kg/m ³

Datos del Agregado Grueso: Piedra chancada

Peso específico	=	2.66 Tn/m ³
Contenido de humedad	=	0.31 %
Absorción	=	0.82 %
Peso unitario suelto	=	1401 kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1514 kg/m ³

a) Resistencia promedio requerida (f'_{cr})

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

b) Elección del revenimiento

$$\text{Slump} = 1 - 3 \text{ pulg}$$

c) Elección del tamaño máximo del agregado

$$\text{Tamaño máximo} = 1 \text{ pulg}$$

$$\text{Tamaño máximo nominal} = 3/4 \text{ pulg}$$

d) Estimación de la cantidad de agua y contenido de aire

Se reduce el agua de mezclado en 5kg/m^3 , se tiene:

$$\text{Agua de mezclado} = 200 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aire total} = 2.0 \%$$

e) Selección de la relación A/C

Se modifica la relación, se tiene:

$$\text{Relación A/C} = 0.537$$

f) Cálculo de contenido de cemento

Sabiendo la cantidad de agua y la relación agua/cemento, se tiene:

$$C = \frac{A}{0.537} = \frac{200}{0.537}$$

$$C = 372.2 \text{ kg/m}^3 = 8.8 \text{ bolsas}$$

g) Estimación del contenido de agregado grueso

$$\text{Volumen de agregado grueso} = 0.623 \text{ m}^3$$

Contenido de agregado grueso = 943.8 kg

h) Estimación del contenido de agregado fino

Se usará el método de los volúmenes absolutos para calcular una cantidad más exacta del agregado fino.

Material	Peso absoluto	Gravedad específica	Volumen absoluto
Cemento	= 372.2 kg	= 3.13 gr/cm ³	= 0.119 m ³
Agua	= 200.0 kg	= 1.00 gr/cm ³	= 0.200 m ³
Grava	= 943.8 kg	= 2.66 gr/cm ³	= 0.355 m ³
Aire	= 2.0%	= ---	= 0.020 m ³
			Total = 0.694 m ³

Volumen de agregado fino = 1 - 0.694 = 0.306 m³

Contenido de agregado grueso = 777.28 kg

i) Ajuste por humedad de los agregados

Sabiendo la humedad de los agregados se realiza el ajuste de humedad

Peso del agregado grueso húmedo = 946.8 kg

Peso del agregado fino húmedo = 816.6 kg

j) Agua de mezcla

Sabiendo el porcentaje de absorción, ésta se excluye del agua de mezcla

Agua en el agregado grueso	=	-4.8	kg
Agua en el agregado fino	=	23.0	kg
Agua de mezclado neta	=	181.7	kg

k) Cantidad de materiales por m³ de concreto y proporciones

Las proporciones finales del diseño de mezcla se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 45

Resultados del diseño de mezcla 02 - Cantera Pariahuanca

Material	Peso	Volumen
Cemento	372.2 kg	0.247 m ³
Agregado grueso	946.8 kg	0.674 m ³
Agregado fino	816.6 kg	0.479 m ³
Agua de mezclado	181.7 kg	0.182 m ³

Tabla 46

Proporción en peso del diseño de mezcla 02 - Cantera Pariahuanca

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.54	2.19

Tabla 47

Proporción en volumen del diseño de mezcla 02 - Cantera Pariahuanca

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.73	1.94

l) Ajustes a la mezcla de prueba

Las proporciones del diseño de mezcla 02 fueron verificadas realizando mezclas de prueba según la NTP 339.183 (Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio).

Al realizarse el ensayo de cono de Abrams, éste nos dio un asentamiento de 4.1”, excediendo el rango propuesto en el diseño de mezcla.

Se vuelven a calcular nuevas proporciones disminuyendo el agua de mezclado y la relación A/C, para obtener el asentamiento propuesto.

Diseño de mezcla 03

Materiales:

Agregados: Piedra chancada – Cantera Pariahuanca

Arena gruesa – Cantera Pariahuanca

Cemento: Portland tipo I ASTM C-150 – Cemento Sol

Datos del Agregado Fino: Arena Gruesa

Módulo de fineza	=	2.77	
Peso específico	=	2.54	Tn/m ³
Contenido de humedad	=	5.06	%
Absorción	=	2.10	%
Peso unitario suelto	=	1622	kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1768	kg/m ³

Datos del Agregado Grueso: Piedra chancada

Peso específico	=	2.66	Tn/m ³
-----------------	---	------	-------------------

Contenido de humedad	=	0.31	%
Absorción	=	0.82	%
Peso unitario suelto	=	1401	kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1514	kg/m ³

a) Resistencia promedio requerida (f'_{cr})

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = \mathbf{295 \text{ kg/cm}^2}$$

b) Elección del revenimiento

$$\text{Slump} = 1 - 3 \text{ pulg}$$

c) Elección del tamaño máximo del agregado

$$\text{Tamaño máximo} = 1 \text{ pulg}$$

$$\text{Tamaño máximo nominal} = 3/4 \text{ pulg}$$

d) Estimación de la cantidad de agua y contenido de aire

Se reduce el agua de mezclado en 5kg/m³, se tiene:

$$\text{Agua de mezclado} = 195 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aire total} = 2.0 \%$$

e) Selección de la relación A/C

Se modifica la relación, se tiene:

$$\text{Relación A/C} = 0.524$$

f) Cálculo de contenido de cemento

Sabiendo la cantidad de agua y la relación agua/cemento, se tiene:

$$C = \frac{A}{0.524} = \frac{195}{0.524}$$

$$C = 372.2 \text{ kg/m}^3 = 8.8 \text{ bolsas}$$

g) Estimación del contenido de agregado grueso

$$\text{Volumen de agregado grueso} = 0.623 \text{ m}^3$$

$$\text{Contenido de agregado grueso} = 943.8 \text{ kg}$$

h) Estimación del contenido de agregado fino

Se usará el método de los volúmenes absolutos para calcular una cantidad más exacta del agregado fino.

Material	Peso absoluto	Gravedad específica	Volumen absoluto
Cemento	= 372.2 kg	= 3.13 gr/cm ³	= 0.119 m ³
Agua	= 195.0 kg	= 1.00 gr/cm ³	= 0.195 m ³
Grava	= 943.8 kg	= 2.66 gr/cm ³	= 0.355 m ³
Aire	= 2.0%	= ---	= 0.020 m ³
			Total = 0.689 m ³
Volumen de agregado fino	= 1 - 0.689	= 0.311	m ³
Contenido de agregado grueso	= 790.14	kg	

i) Ajuste por humedad de los agregados

Sabiendo la humedad de los agregados se realiza el ajuste de humedad

$$\text{Peso del agregado grueso húmedo} = 946.8 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del agregado fino húmedo} = 830.2 \text{ kg}$$

j) Agua de mezcla

Sabiendo el porcentaje de absorción, ésta se excluye del agua de mezcla

$$\text{Agua en el agregado grueso} = -4.8 \text{ kg}$$

$$\text{Agua en el agregado fino} = 23.4 \text{ kg}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} = 176.4 \text{ kg}$$

k) Cantidad de materiales por m³ de concreto y proporciones

Las proporciones finales del diseño de mezcla se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 48

Resultados del diseño de mezcla 03 - Cantera Pariahuanca

Material	Peso	Volumen
Cemento	372.2 kg	0.247 m ³
Agregado grueso	946.8 kg	0.674 m ³
Agregado fino	830.2 kg	0.487 m ³
Agua de mezclado	176.4 kg	0.176 m ³

Tabla 49

Proporción en peso del diseño de mezcla 03 - Cantera Pariahuanca

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.55	2.23

Tabla 50

Proporción en volumen del diseño de mezcla 03 - Cantera Pariahuanca

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.73	1.97

l) Ajustes a la mezcla de prueba

Las proporciones del diseño de mezcla 03 fueron verificadas realizando mezclas de prueba según la NTP 339.183 (Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio).

Al realizarse el ensayo de cono de Abrams, éste nos dio un asentamiento de 2.9”, dentro del rango propuesto en el diseño de mezcla.

Quedando como el diseño de mezcla final.

4.1.4. *Diseño de mezcla de la cantera Tacllan*

Diseño de mezcla 01

Materiales:

Agregados: Piedra chancada – Cantera Tacllan

Arena gruesa – Cantera Tacllan

Cemento: Portland tipo I ASTM C-150 – Cemento Sol

Datos del Agregado Fino: Arena Gruesa

Módulo de fineza	=	2.91
Peso específico	=	2.56 Tn/m ³
Contenido de humedad	=	4.59 %
Absorción	=	1.95 %
Peso unitario suelto	=	1632 kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1764 kg/m ³

Datos del Agregado Grueso: Piedra chancada

Peso específico	=	2.68 Tn/m ³
Contenido de humedad	=	0.35 %
Absorción	=	0.92 %
Peso unitario suelto	=	1367 kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1513 kg/m ³

a) Resistencia promedio requerida (f'_{cr})

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'cr = f'c + 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'cr = 295 \text{ kg/cm}^2$$

b) Elección del revenimiento

De la tabla 4 (Tabla 6.3.1 ACI 211.1) para realizar pavimentos se recomienda una consistencia poco seca, se tiene:

$$\text{Slump} = 1 - 3 \text{ pulg}$$

c) Elección del tamaño máximo del agregado

Según el análisis granulométrico, se tiene:

$$\text{Tamaño máximo} = 1 \text{ pulg}$$

$$\text{Tamaño máximo nominal} = 3/4 \text{ pulg}$$

d) Estimación de la cantidad de agua y contenido de aire

De la tabla 5 (Tabla 6.3.3 ACI 211.1) y según el tamaño máximo nominal y la elección del slump, se tiene:

$$\text{Agua de mezclado} = 205 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aire total} = 2.0 \%$$

e) Selección de la relación A/C

De la tabla 7 (Tabla 6.3.4(a) ACI 211.1) sabiendo la resistencia a la compresión y que será un concreto sin aire incorporado, se tiene:

$$\text{Relación A/C} = 0.551$$

f) Cálculo de contenido de cemento

Sabiendo la cantidad de agua y la relación agua/cemento, se tiene:

$$C = \frac{A}{0.551} = \frac{205}{0.551}$$

$$C = 372.2 \text{ kg/m}^3 = 8.8 \text{ bolsas}$$

g) Estimación del contenido de agregado grueso

De la tabla 8 (Tabla 6.3.6 ACI 211.1) sabiendo el módulo de finura y el tamaño máximo nominal, se tiene:

$$\text{Volumen de agregado grueso} = 0.609 \text{ m}^3$$

$$\text{Contenido de agregado grueso} = 922.2 \text{ kg}$$

h) Estimación del contenido de agregado fino

Se usará el método de los volúmenes absolutos para calcular una cantidad más exacta del agregado fino.

Material	Peso absoluto	Gravedad específica	Volumen absoluto
Cemento	= 372.2 kg	= 3.13 gr/cm ³	= 0.119 m ³
Agua	= 205.0 kg	= 1.00 gr/cm ³	= 0.205 m ³
Grava	= 922.2 kg	= 2.68 gr/cm ³	= 0.344 m ³
Aire	= 2.0%	= ---	= 0.020 m ³
Total			= 0.688 m ³

$$\text{Volumen de agregado fino} = 1 - 0.688 = 0.312 \text{ m}^3$$

$$\text{Contenido de agregado grueso} = 799.39 \text{ kg}$$

i) Ajuste por humedad de los agregados

Sabiendo la humedad de los agregados se realiza el ajuste de humedad

$$\text{Peso del agregado grueso húmedo} = 925.4 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del agregado fino húmedo} = 836.1 \text{ kg}$$

j) Agua de mezcla

Sabiendo el porcentaje de absorción, ésta se excluye del agua de mezcla

$$\text{Agua en el agregado grueso} = -5.3 \text{ kg}$$

$$\text{Agua en el agregado fino} = 21.1 \text{ kg}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} = 189.1 \text{ kg}$$

k) Cantidad de materiales por m³ de concreto y proporciones

Las proporciones finales del diseño de mezcla se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 51

Resultados del diseño de mezcla 01 - Cantera Tacllan

Material	Peso	Volumen
Cemento	372.2 kg	0.247 m ³
Agregado grueso	925.4 kg	0.674 m ³
Agregado fino	836.1 kg	0.490 m ³

Agua de mezclado 189.1 kg 0.189 m³

Tabla 52

Proporción en peso del diseño de mezcla 01 - Cantera Tacllan

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.49	2.25

Tabla 53

Proporción en volumen del diseño de mezcla 01 - Cantera Tacllan

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.73	1.98

1) Ajustes a la mezcla de prueba

Las proporciones del diseño de mezcla fueron verificadas realizando mezclas de prueba según la NTP 339.183 (Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio).

Al realizarse el ensayo de cono de Abrams, éste nos dio un asentamiento de 4.7”, excediendo el rango propuesto en el diseño de mezcla.

Se vuelven a calcular nuevas proporciones disminuyendo el agua de mezclado y la relación A/C, para obtener el asentamiento propuesto.

Diseño de mezcla 02

Materiales:

Agregados: Piedra chancada – Cantera Tacllan

Arena gruesa – Cantera Tacllan

Cemento: Portland tipo I ASTM C-150 – Cemento Sol

Datos del Agregado Fino: Arena Gruesa

Módulo de fineza	=	2.91
Peso específico	=	2.56 Tn/m ³
Contenido de humedad	=	4.59 %
Absorción	=	1.95 %
Peso unitario suelto	=	1632 kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1764 kg/m ³

Datos del Agregado Grueso: Piedra chancada

Peso específico	=	2.68 Tn/m ³
Contenido de humedad	=	0.35 %
Absorción	=	0.92 %
Peso unitario suelto	=	1367 kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1513 kg/m ³

m) Resistencia promedio requerida (f'_{cr})

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

n) Elección del revenimiento

$$\text{Slump} = 1 - 3 \text{ pulg}$$

o) Elección del tamaño máximo del agregado

$$\text{Tamaño máximo} = 1 \text{ pulg}$$

$$\text{Tamaño máximo nominal} = 3/4 \text{ pulg}$$

p) Estimación de la cantidad de agua y contenido de aire

Se reduce el agua de mezclado en 5kg/m^3 , se tiene:

$$\text{Agua de mezclado} = 200 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aire total} = 2.0 \%$$

q) Selección de la relación A/C

Se modifica la relación, se tiene:

$$\text{Relación A/C} = 0.537$$

r) Cálculo de contenido de cemento

Sabiendo la cantidad de agua y la relación agua/cemento, se tiene:

$$C = \frac{A}{0.537} = \frac{200}{0.537}$$

$$C = 372.2 \text{ kg/m}^3 = 8.8 \text{ bolsas}$$

s) Estimación del contenido de agregado grueso

$$\text{Volumen de agregado grueso} = 0.609 \text{ m}^3$$

Contenido de agregado grueso = 922.2 kg

t) Estimación del contenido de agregado fino

Se usará el método de los volúmenes absolutos para calcular una cantidad más exacta del agregado fino.

Material	Peso absoluto	Gravedad específica	Volumen absoluto
Cemento	= 372.2 kg	= 3.13 gr/cm ³	= 0.119 m ³
Agua	= 200.0 kg	= 1.00 gr/cm ³	= 0.200 m ³
Grava	= 922.2 kg	= 2.68 gr/cm ³	= 0.344 m ³
Aire	= 2.0%	= ---	= 0.020 m ³
			Total = 0.683 m ³

Volumen de agregado fino = 1 - 0.683 = 0.317 m³

Contenido de agregado grueso = 812.22 kg

u) Ajuste por humedad de los agregados

Sabiendo la humedad de los agregados se realiza el ajuste de humedad

Peso del agregado grueso húmedo = 925.4 kg

Peso del agregado fino húmedo = 849.5 kg

v) Agua de mezcla

Sabiendo el porcentaje de absorción, ésta se excluye del agua de mezcla

Agua en el agregado grueso	=	-5.3	kg
Agua en el agregado fino	=	21.5	kg
Agua de mezclado neta	=	183.8	kg

w) **Cantidad de materiales por m³ de concreto y proporciones**

Las proporciones finales del diseño de mezcla se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 54

Resultados del diseño de mezcla 02 - Cantera Tacllan

Material	Peso	Volumen
Cemento	372.2 kg	0.247 m ³
Agregado grueso	925.4 kg	0.674 m ³
Agregado fino	849.5 kg	0.498 m ³
Agua de mezclado	183.8 kg	0.184 m ³

Tabla 55

Proporción en peso del diseño de mezcla 02 - Cantera Tacllan

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.49	2.28

Tabla 56

Proporción en volumen del diseño de mezcla 02 - Cantera Tacllan

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.73	2.01

x) Ajustes a la mezcla de prueba

Las proporciones del diseño de mezcla 02 fueron verificadas realizando mezclas de prueba según la NTP 339.183 (Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio).

Al realizarse el ensayo de cono de Abrams, éste nos dio un asentamiento de 3.3”, excediendo por poco el rango propuesto en el diseño de mezcla.

Se vuelven a calcular nuevas proporciones disminuyendo el agua de mezclado y la relación A/C, para obtener el asentamiento propuesto.

Diseño de mezcla 03

Materiales:

Agregados: Piedra chancada – Cantera Tacllan

Arena gruesa – Cantera Tacllan

Cemento: Portland tipo I ASTM C-150 – Cemento Sol

Datos del Agregado Fino: Arena Gruesa

Módulo de fineza	=	2.91
Peso específico	=	2.56 Tn/m ³
Contenido de humedad	=	4.59 %
Absorción	=	1.95 %
Peso unitario suelto	=	1632 kg/m ³
Peso unitario compactado	=	1764 kg/m ³

Datos del Agregado Grueso: Piedra chancada

$$\text{Peso específico} = 2.68 \text{ Tn/m}^3$$

$$\text{Contenido de humedad} = 0.35 \%$$

$$\text{Absorción} = 0.92 \%$$

$$\text{Peso unitario suelto} = 1367 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso unitario compactado} = 1513 \text{ kg/m}^3$$

m) Resistencia promedio requerida (f'_{cr})

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

n) Elección del revenimiento

$$\text{Slump} = 1 - 3 \text{ pulg}$$

o) Elección del tamaño máximo del agregado

$$\text{Tamaño máximo} = 1 \text{ pulg}$$

$$\text{Tamaño máximo nominal} = 3/4 \text{ pulg}$$

p) Estimación de la cantidad de agua y contenido de aire

Se reduce el agua de mezclado en 5kg/m^3 , se tiene:

$$\text{Agua de mezclado} = 197 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aire total} = 2.0 \%$$

q) Selección de la relación A/C

Se modifica la relación, se tiene:

$$\text{Relación A/C} = 0.529$$

r) Cálculo de contenido de cemento

Sabiendo la cantidad de agua y la relación agua/cemento, se tiene:

$$C = \frac{A}{0.529} = \frac{197}{0.529}$$

$$C = 372.2 \text{ kg/m}^3 = 8.8 \text{ bolsas}$$

s) Estimación del contenido de agregado grueso

$$\text{Volumen de agregado grueso} = 0.609 \text{ m}^3$$

$$\text{Contenido de agregado grueso} = 922.2 \text{ kg}$$

t) Estimación del contenido de agregado fino

Se usará el método de los volúmenes absolutos para calcular una cantidad más exacta del agregado fino.

Material	Peso absoluto	Gravedad específica	Volumen absoluto
Cemento	= 372.2 kg	= 3.13 gr/cm ³	= 0.119 m ³
Agua	= 197.0 kg	= 1.00 gr/cm ³	= 0.197 m ³
Grava	= 922.2 kg	= 2.68 gr/cm ³	= 0.344 m ³
Aire	= 2.0%	= ---	= 0.020 m ³

$$\text{Total} = 0.680 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agregado fino} = 1 - 0.680 = 0.320 \text{ m}^3$$

$$\text{Contenido de agregado grueso} = 819.89 \text{ kg}$$

u) Ajuste por humedad de los agregados

Sabiendo la humedad de los agregados se realiza el ajuste de humedad

$$\text{Peso del agregado grueso húmedo} = 925.4 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del agregado fino húmedo} = 857.5 \text{ kg}$$

v) Agua de mezcla

Sabiendo el porcentaje de absorción, ésta se excluye del agua de mezcla

$$\text{Agua en el agregado grueso} = -5.3 \text{ kg}$$

$$\text{Agua en el agregado fino} = 21.7 \text{ kg}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} = 180.6 \text{ kg}$$

w) Cantidad de materiales por m³ de concreto y proporciones

Las proporciones finales del diseño de mezcla se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 57

Resultados del diseño de mezcla 03 - Cantera Tacllan

Material	Peso	Volumen
Cemento	372.2 kg	0.247 m ³
Agregado grueso	925.4 kg	0.674 m ³

Agregado fino	857.5 kg	0.502 m ³
Agua de mezclado	180.6 kg	0.181 m ³

Tabla 58

Proporción en peso del diseño de mezcla 03 - Cantera Tacllan

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.49	2.30

Tabla 59

Proporción en volumen del diseño de mezcla 03 - Cantera Tacllan

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso
1.00	2.73	2.03

x) Ajustes a la mezcla de prueba

Las proporciones del diseño de mezcla 03 fueron verificadas realizando mezclas de prueba según la NTP 339.183 (Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio).

Al realizarse el ensayo de cono de Abrams, éste nos dio un asentamiento de 2.7”, dentro del rango propuesto en el diseño de mezcla.

Quedando como el diseño de mezcla final.

4.1.5. Resultado del ensayo de resistencia a la compresión

Tabla 60

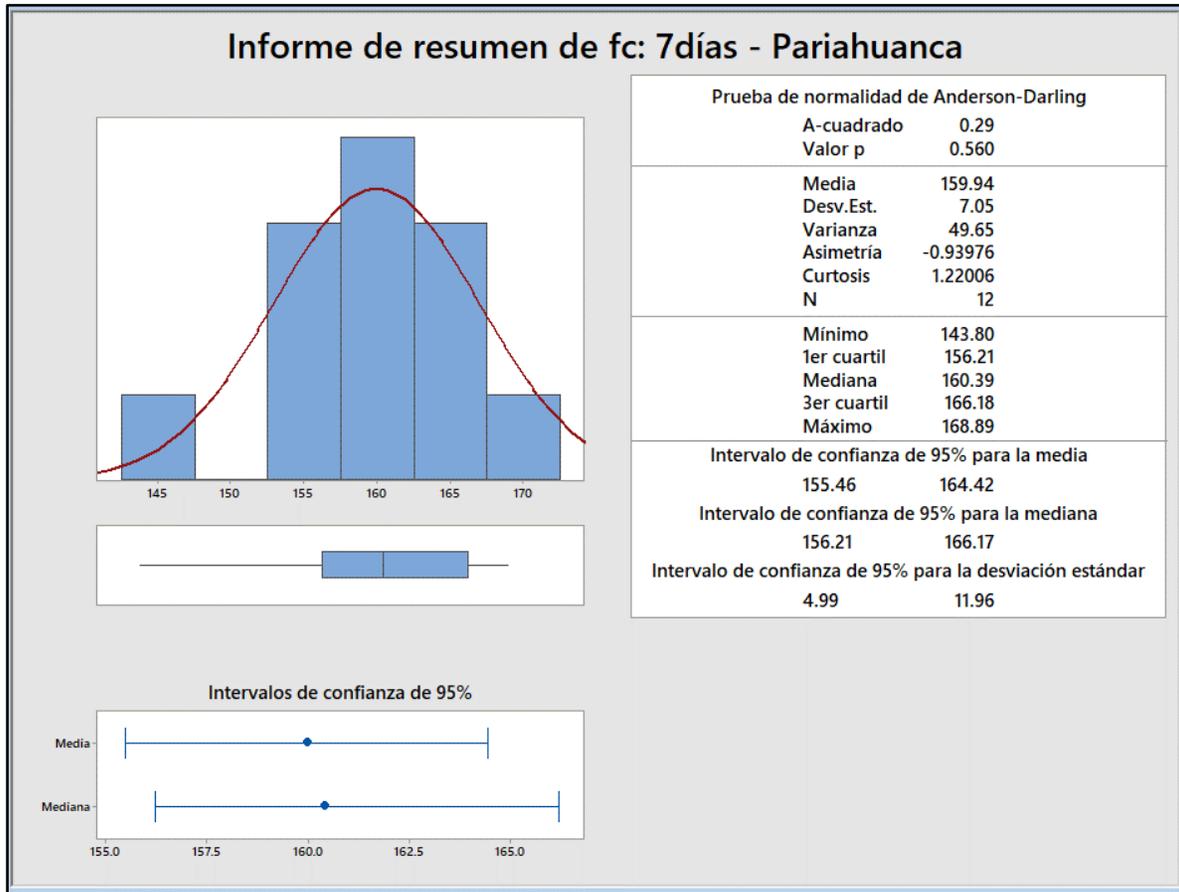
Resistencia a la compresión a los 07 días – Cantera Pariahuanca

Descripción	Fecha		Slump (“)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f [‘] c (kg/cm ²)	f [‘] c Prom (kg/cm ²)
	Moldeo	Rotura					
P – 01 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	29,845.61	168.89	
P – 02 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	28,015.16	158.53	
P – 03 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	28,645.31	162.10	
P – 04 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	29,263.15	165.60	
P – 05 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	28,446.31	160.97	
P – 06 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	27,594.66	156.15	
P – 07 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	29,400.34	166.37	159.94
P – 08 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	27,634.77	156.38	
P – 09 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	28,240.46	159.81	
P – 10 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	25,412.12	143.80	
P – 11 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	27,101.98	153.37	
P – 12 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	176.71	29,565.75	167.31	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Informe estadístico del f'c a los 07 días – Cantera Pariahuanca



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 07 días de curado, las pruebas de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas con agregados de la cantera Pariahuanca, se obtiene un $f'c$ promedio de 159.94 kg/cm^2 y su desviación estándar es de 7.05 kg/cm^2

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm^2 en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

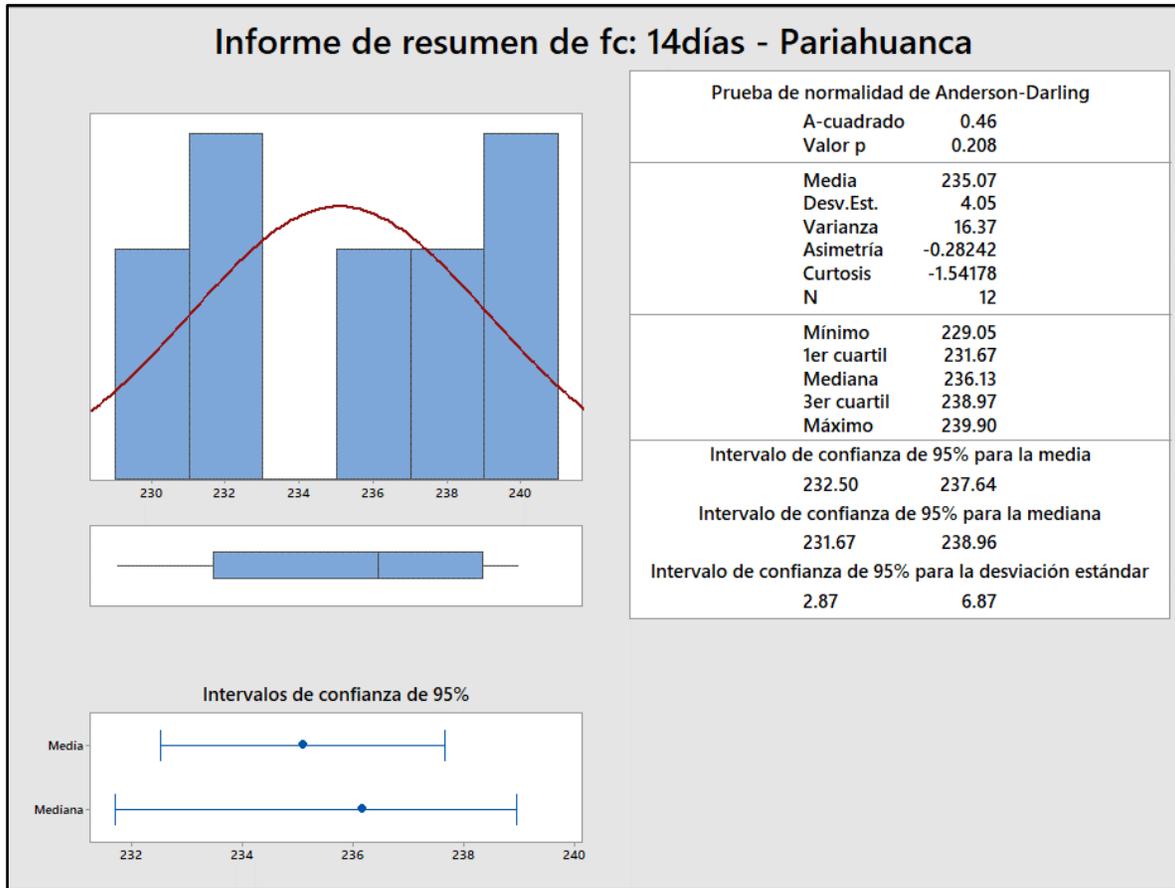
Tabla 61*Resistencia a la compresión a los 14 días – Cantera Pariahuanca*

Descripción	Fecha		Slump (“)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f ^c (kg/cm ²)	f ^c Promedio (kg/cm ²)
	Moldeo	Rotura					
P – 13 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	40,512.34	229.25	
P – 14 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	41,047.27	232.28	
P – 15 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	41,003.11	232.03	
P – 16 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	42,379.74	239.82	
P – 17 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	41,899.69	237.10	
P – 18 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	42,256.37	239.12	
P – 19 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	41,774.55	236.40	235.07
P – 20 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	40,917.37	231.54	
P – 21 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	42,393.08	239.90	
P – 22 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	42,147.57	238.51	
P – 23 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	40,477.33	229.05	
P – 24 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	176.71	41,680.29	235.86	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 8

Informe estadístico del f'c a los 14 días – Cantera Pariahuanca



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 14 días de curado, las pruebas de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas con agregados de la cantera Pariahuanca, se obtiene un $f'c$ promedio de 235.07 kg/cm^2 y su desviación estándar es de 4.05 kg/cm^2

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm^2 en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

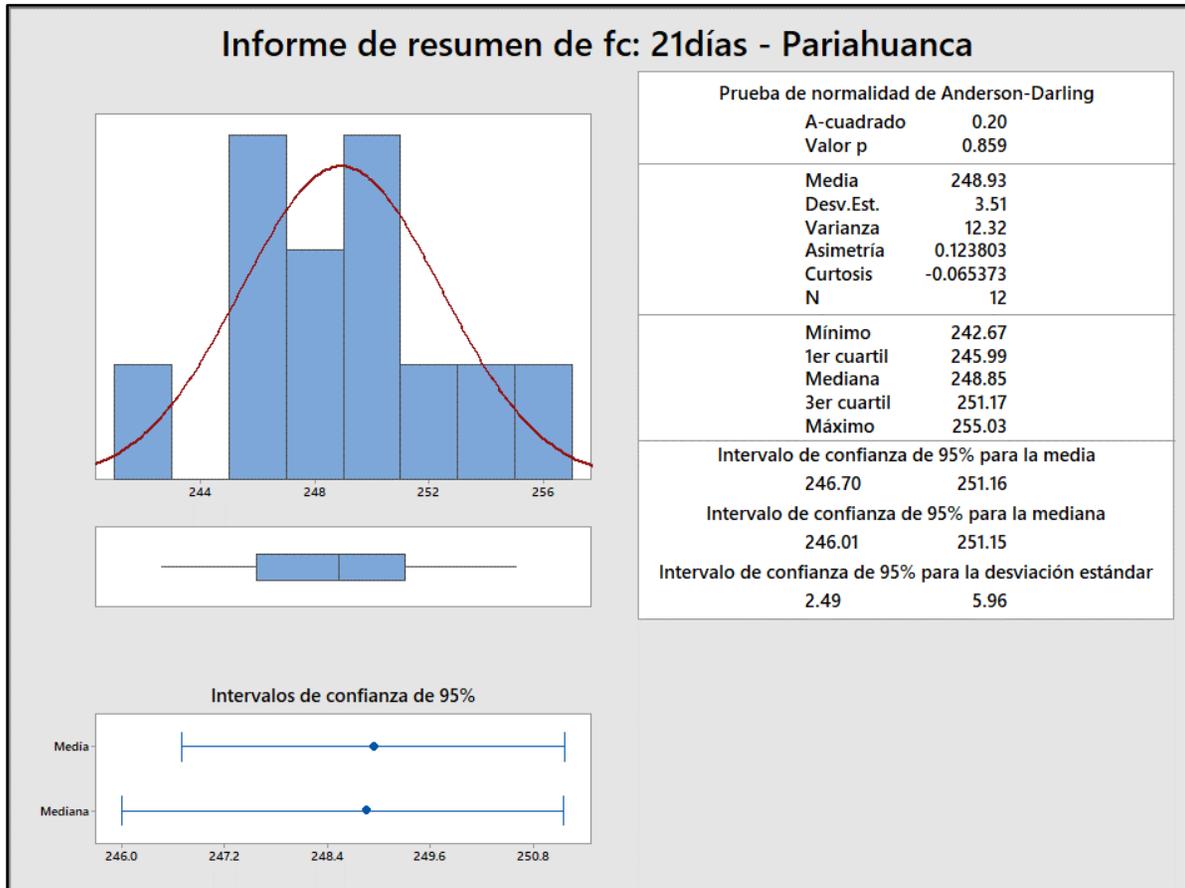
Tabla 62*Resistencia a la compresión a los 21 días – Cantera Pariahuanca*

Descripción	Fecha		Slump (“)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f ^c (kg/cm ²)	f ^c Promedio (kg/cm ²)
	Moldeo	Rotura					
P – 25 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	44,017.11	249.09	
P – 26 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	43,906.45	248.46	
P – 27 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	43,417.74	245.69	
P – 28 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	43,932.38	248.61	
P – 29 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	44,459.57	251.59	
P – 30 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	42,883.67	242.67	
P – 31 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	43,424.39	245.73	248.93
P – 32 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	44,163.80	249.92	
P – 33 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	45,067.08	255.03	
P – 34 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	43,609.64	246.78	
P – 35 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	44,123.37	249.69	
P – 36 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	176.71	44,871.49	253.92	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 9

Informe estadístico del f'c a los 21 días – Cantera Pariahuanca



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 21 días de curado, las pruebas de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas con agregados de la cantera Pariahuanca, se obtiene un $f'c$ promedio de 248.93 kg/cm^2 y su desviación estándar es de 3.51 kg/cm^2

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm^2 en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

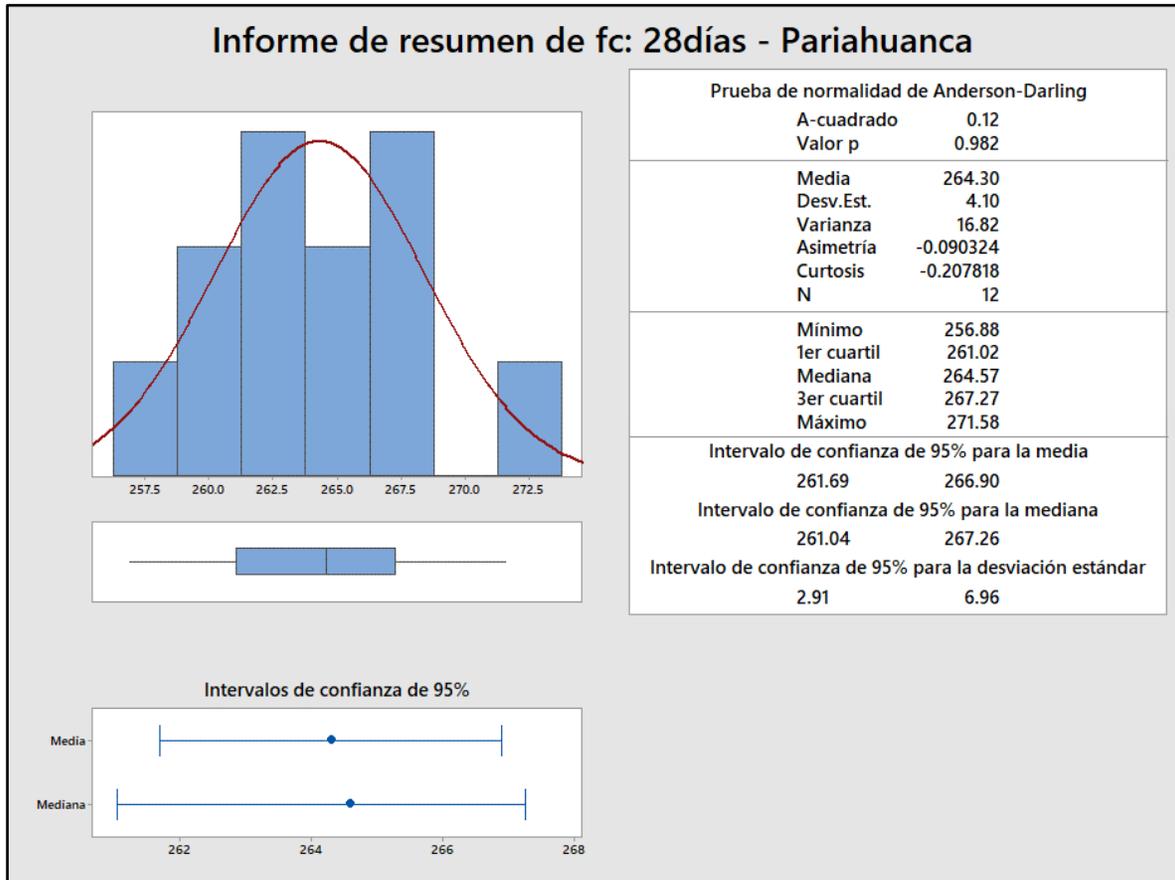
Tabla 63*Resistencia a la compresión a los 28 días – Cantera Pariahuanca*

Descripción	Fecha		Slump (“)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f ^c (kg/cm ²)	f ^c Promedio (kg/cm ²)
	Moldeo	Rotura					
P – 37 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	47,260.66	267.44	
P – 38 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	46,500.82	263.14	
P – 39 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	46,064.27	260.67	
P – 40 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	47,139.73	266.76	
P – 41 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	45,395.07	256.88	
P – 42 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	46,941.18	265.63	
P – 43 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	47,422.37	268.36	264.30
P – 44 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	46,963.77	265.76	
P – 45 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	46,566.27	263.51	
P – 46 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	46,310.39	262.06	
P – 47 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	47,991.58	271.58	
P – 48 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	176.71	45,902.46	259.75	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Informe estadístico del f'c a los 28 días – Cantera Pariahuanca



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 28 días de curado, las pruebas de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas con agregados de la cantera Pariahuanca, se obtiene un f'c promedio de 264.30 kg/cm² y su desviación estándar es de 4.10 kg/cm²

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm² en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

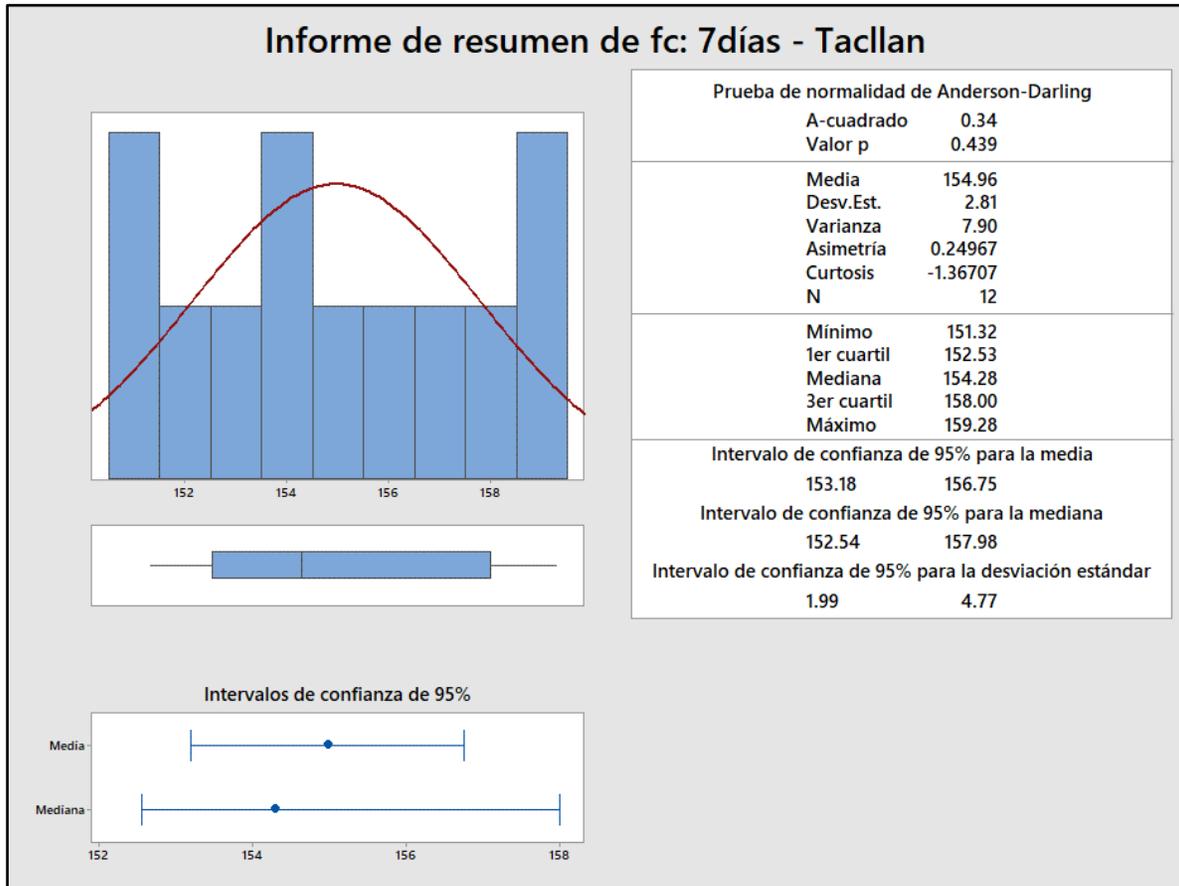
Tabla 64*Resistencia a la compresión a los 07 días – Cantera Tacllan*

Descripción	Fecha		Slump	Área	Carga	f ^c	f ^c Promedio
	Moldeo	Rotura	(“)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
P – 01 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	27,094.37	153.32	
P – 02 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	27,201.27	153.93	
P – 03 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	26,906.50	152.26	
P – 04 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	27,956.74	158.20	
P – 05 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	26,747.49	151.36	
P – 06 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	27,324.32	154.62	
P – 07 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	27,508.28	155.67	154.96
P – 08 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	26,740.71	151.32	
P – 09 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	27,810.19	157.37	
P – 10 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	28,009.62	158.50	
P – 11 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	27,163.88	153.72	
P – 12 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	176.71	28,147.24	159.28	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Informe estadístico del f'c a los 07 días – Cantera Tacllan



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 07 días de curado, las pruebas de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas con agregados de la cantera Tacllan, se obtiene un $f'c$ promedio de 154.96 kg/cm^2 y su desviación estándar es de 2.81 kg/cm^2

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm^2 en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

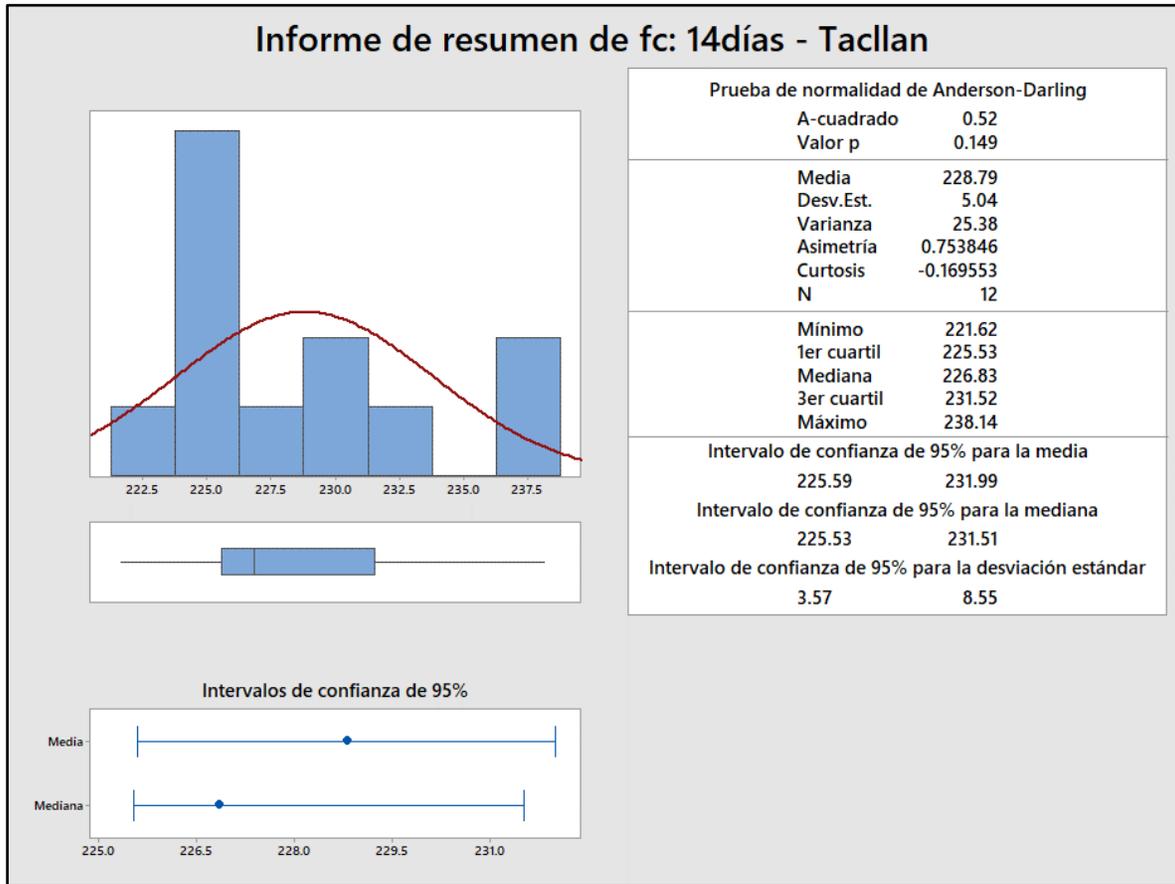
Tabla 65*Resistencia a la compresión a los 14 días – Cantera Tacllan*

Descripción	Fecha		Slump (“)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f _c (kg/cm ²)	f _c Promedio (kg/cm ²)
	Moldeo	Rotura					
P – 13 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	39,163.27	221.62	228.79
P – 14 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	40,803.18	230.90	
P – 15 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	41,900.30	237.11	
P – 16 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	40,212.87	227.56	
P – 17 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	39,895.34	225.76	
P – 18 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	39,712.59	224.73	
P – 19 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	42,082.47	238.14	
P – 20 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	40,950.27	231.73	
P – 21 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	39,956.16	226.11	
P – 22 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	40,753.85	230.62	
P – 23 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	39,840.33	225.45	
P – 24 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	176.71	39,895.46	225.76	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 12

Informe estadístico del f^c a los 14 días – Cantera Tacllan



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 14 días de curado, las pruebas de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas con agregados de la cantera Tacllan, se obtiene un f^c promedio de 228.79 kg/cm² y su desviación estándar es de 5.04 kg/cm²

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm² en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

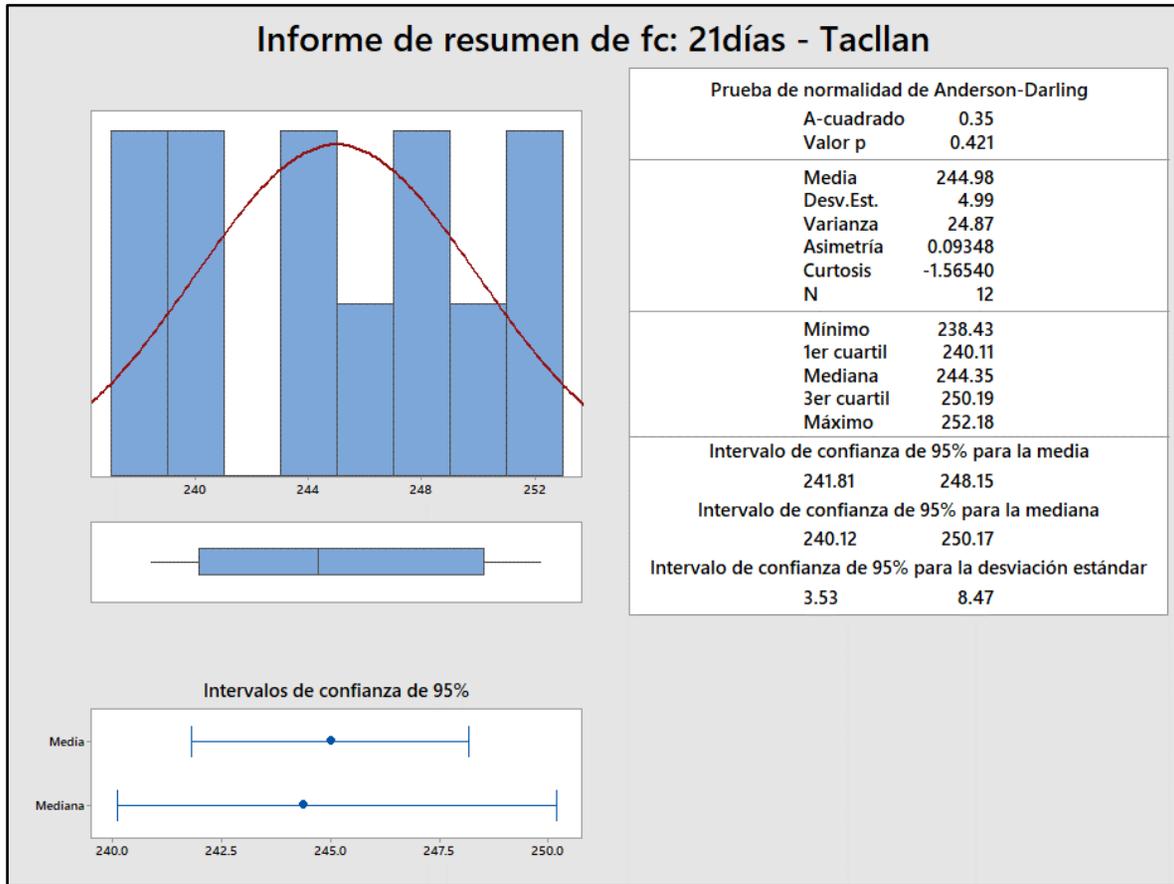
Tabla 66*Resistencia a la compresión a los 21 días – Cantera Tacllan*

Descripción	Fecha		Slump (“)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f _c (kg/cm ²)	f _c Promedio (kg/cm ²)
	Moldeo	Rotura					
P – 25 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	42,991.34	243.28	
P – 26 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	42,134.74	238.43	
P – 27 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	44,364.46	251.05	
P – 28 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	44,563.85	252.18	
P – 29 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	43,985.29	248.91	
P – 30 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	42,199.38	238.80	
P – 31 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	43,718.34	247.40	244.98
P – 32 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	44,287.28	250.61	
P – 33 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	42,478.67	240.38	
P – 34 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	43,327.76	245.18	
P – 35 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	43,033.19	243.52	
P – 36 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	176.71	42,415.62	240.02	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 13

Informe estadístico del f^c a los 21 días – Canteras Tacllan



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 21 días de curado, las pruebas de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas con agregados de la cantera Tacllan, se obtiene un f^c promedio de 244.98 kg/cm² y su desviación estándar es de 4.99 kg/cm²

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm² en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

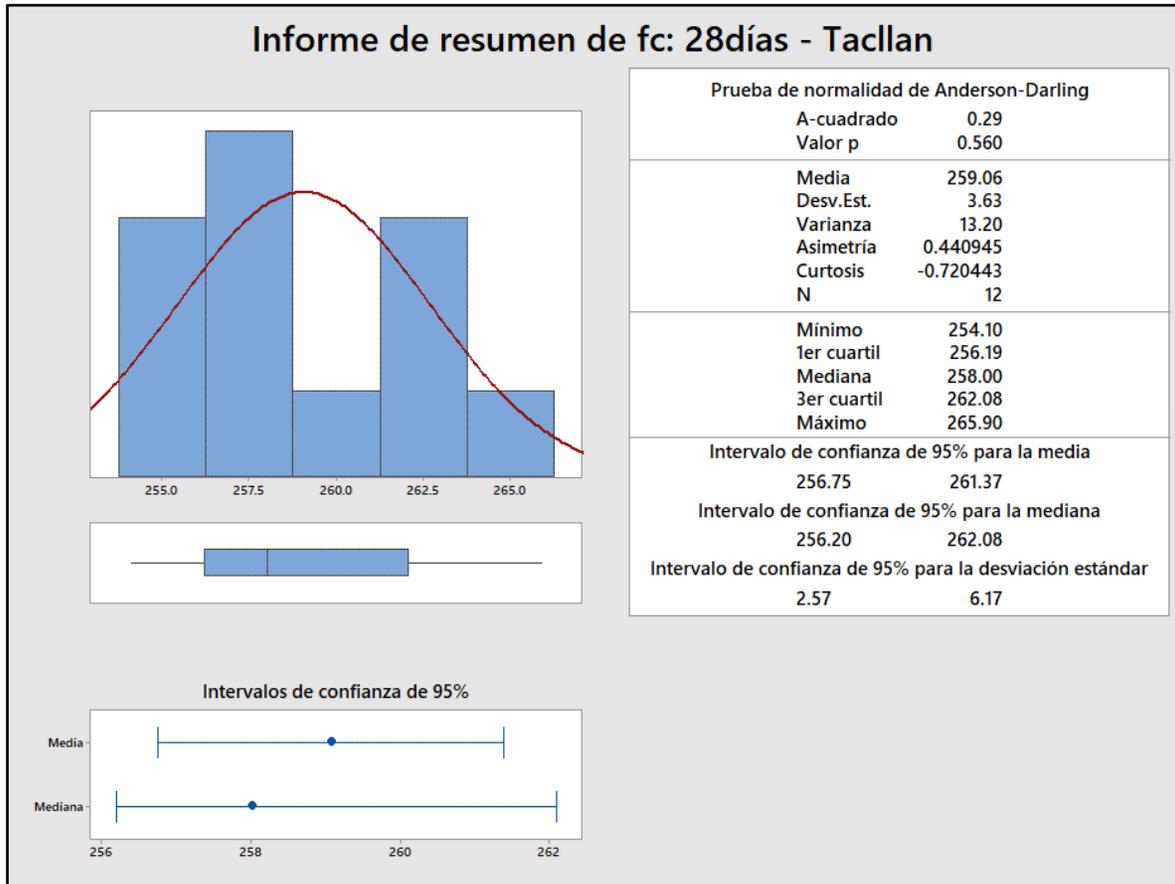
Tabla 67*Resistencia a la compresión a los 28 días – Cantera Tacllan*

Descripción	Fecha		Slump (“)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f ^c (kg/cm ²)	f ^c Promedio (kg/cm ²)
	Moldeo	Rotura					
P – 37 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	44,903.00	254.10	
P – 38 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	46,052.00	260.60	
P – 39 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	46,988.00	265.90	
P – 40 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	45,466.00	257.28	
P – 41 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	45,412.00	256.98	
P – 42 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	45,593.00	258.00	
P – 43 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	46,490.00	263.08	259.06
P – 44 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	45,225.00	255.92	
P – 45 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	45,031.00	254.82	
P – 46 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	46,292.00	261.96	
P – 47 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	45,590.00	257.99	
P – 48 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	176.71	46,321.00	262.12	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 14

Informe estadístico del f'c a los 28 días – Cantera Tacllan



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 07 días de curado, las pruebas de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas con agregados de la cantera Tacllan, se obtiene un $f'c$ promedio de 259.06 kg/cm² y su desviación estándar es de 3.63 kg/cm²

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm² en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

4.1.6. Resultados del ensayo de resistencia a la flexión

Tabla 68

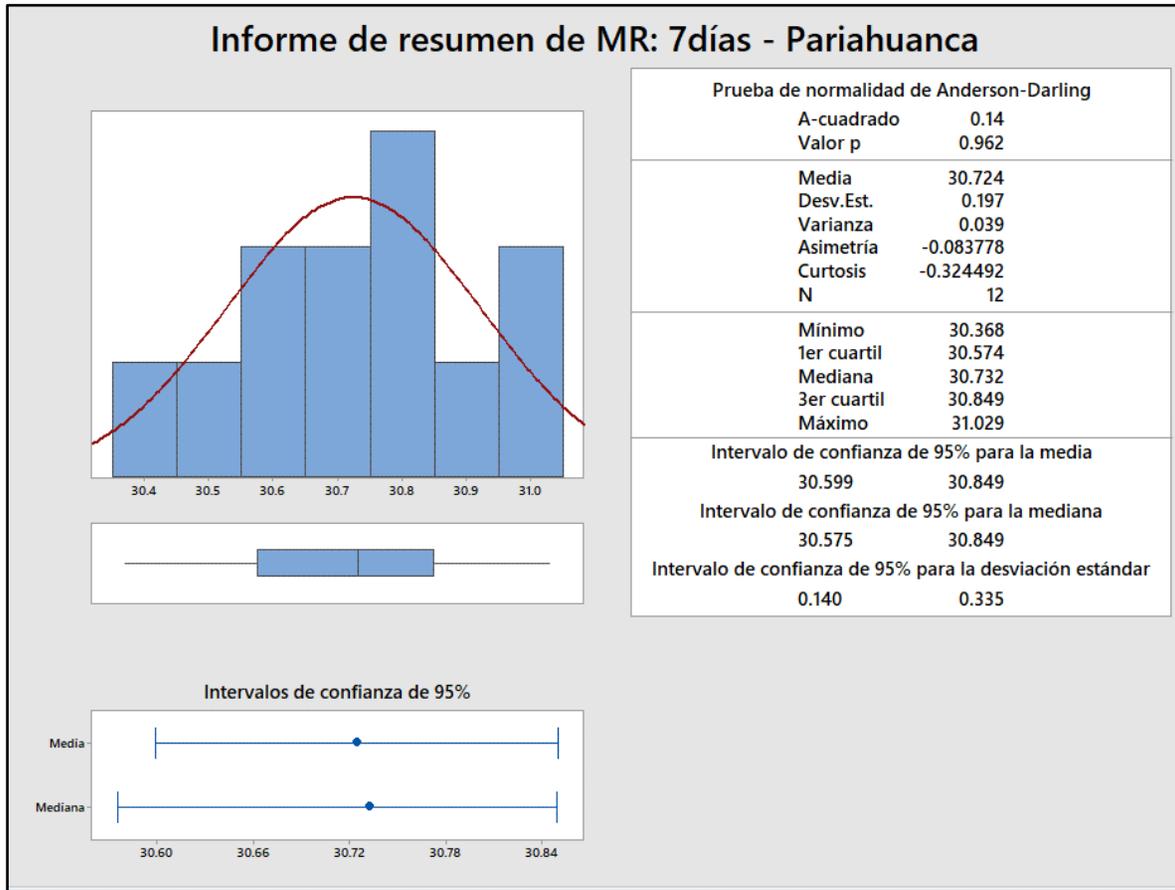
Resistencia a la flexión a los 07 días – Cantera Pariahuanca

Descripción	Fecha		Slump (“)	B (cm)	H (cm)	L (cm)	Carga (N)	MR (kg/cm ²)	MR Prom (kg/cm ²)
	Moldeo	Rotura							
V – 01 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20225.15	30.55	
V – 02 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20294.74	30.66	
V – 03 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20280.33	30.64	
V – 04 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20356.85	30.75	
V – 05 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20540.19	31.03	
V – 06 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20189.74	30.50	
V – 07 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20369.17	30.77	30.72
V – 08 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20529.28	31.01	
V – 09 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20422.45	30.85	
V – 10 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20416.55	30.84	
V – 11 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20329.74	30.71	
V – 12 (Pariahuanca)	06/10/23	13/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	20132.19	30.37	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Informe estadístico del MR a los 07 días – Cantera Pariahuanca



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 07 días de curado, las pruebas de resistencia a la flexión de las vigas prismáticas con agregados de la cantera Pariahuanca, se obtiene un MR promedio de 30.724 kg/cm² y su desviación estándar es de 0.197 kg/cm²

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm² en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

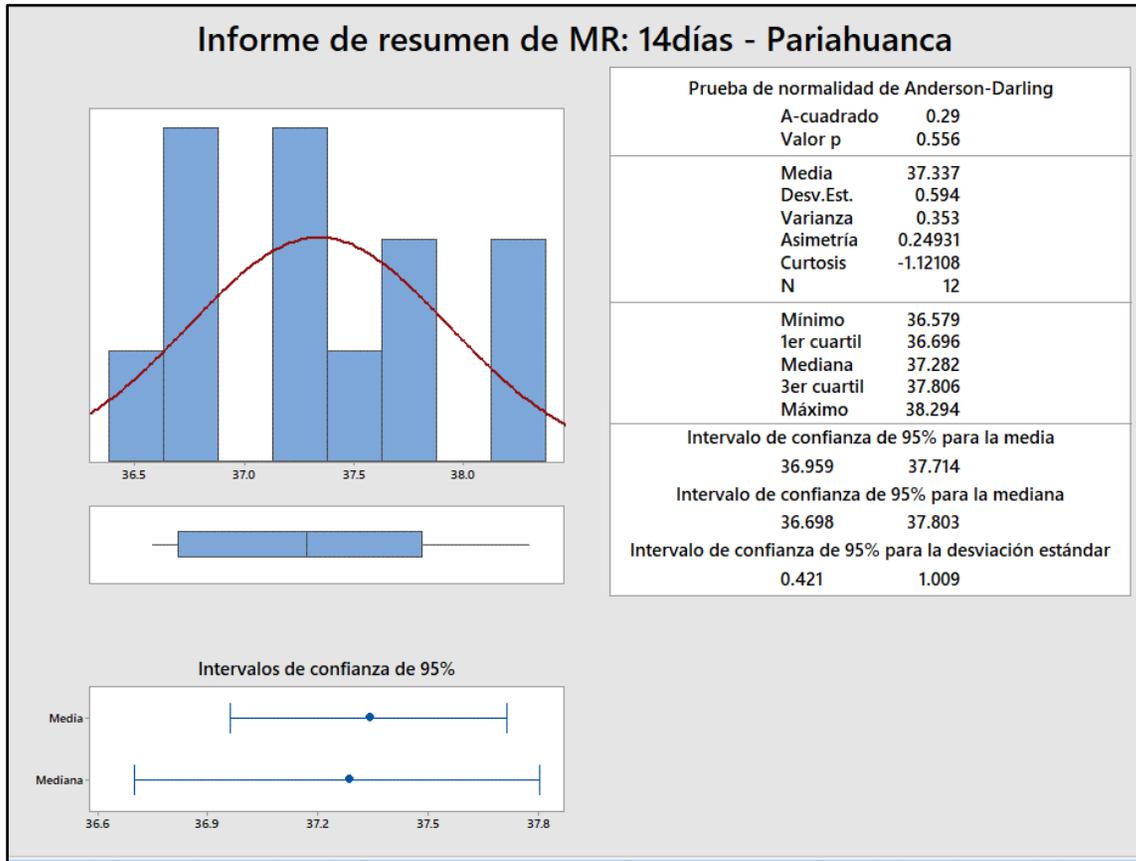
Tabla 69*Resistencia a la flexión a los 14 días – Cantera Pariahuanca*

Descripción	Fecha		Slump (“)	B (cm)	H (cm)	L (cm)	Carga (N)	MR (kg/cm ²)	MR
	Moldeo	Rotura							Promedio (kg/cm ²)
V – 13 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	24264.25	36.66	
V – 14 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	24865.74	37.56	
V – 15 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	24927.37	37.66	
V – 16 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	24718.15	37.34	
V – 17 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	24631.11	37.21	
V – 18 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	24365.37	36.81	
V – 19 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	24266.67	36.66	37.34
V – 20 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	25283.59	38.20	
V – 21 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	25058.66	37.86	
V – 22 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	24640.19	37.22	
V – 23 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	24213.54	36.58	
V – 24 (Pariahuanca)	13/10/23	27/10/23	2.9	15.0	15.0	50.0	25418.83	38.29	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 16

Informe estadístico del MR a los 14 días – Cantera Pariahuanca



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 14 días de curado, las pruebas de resistencia a la flexión de las vigas prismáticas con agregados de la cantera Pariahuanca, se obtiene un MR promedio de 37.337 kg/cm^2 y su desviación estándar es de 0.594 kg/cm^2

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm^2 en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

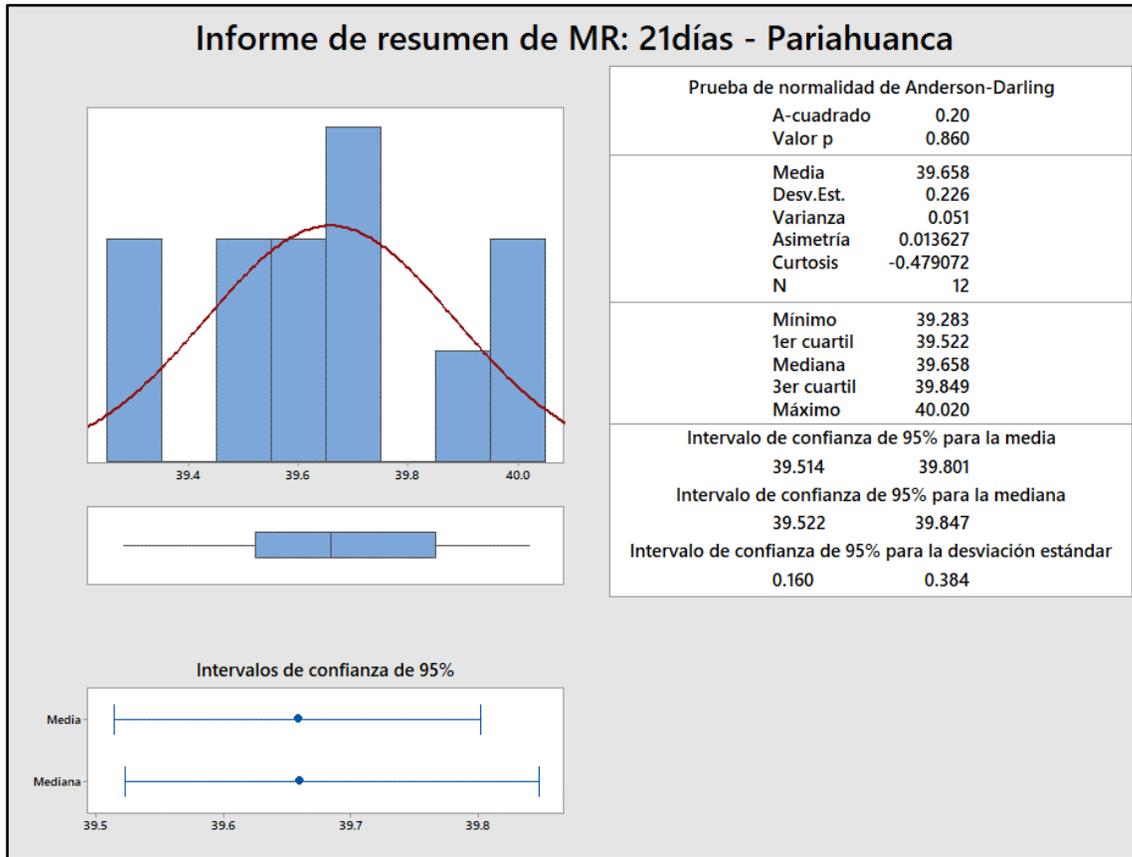
Tabla 70*Resistencia a la flexión a los 21 días – Canteras Pariahuanca*

Descripción	Fecha		Slump (“)	B (cm)	H (cm)	L (cm)	Carga (N)	MR (kg/cm ²)	MR
	Moldeo	Rotura							Promedio (kg/cm ²)
V – 25 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26044.40	39.34	
V – 26 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26263.48	39.68	
V – 27 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26211.67	39.60	
V – 28 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26457.38	39.97	
V – 29 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26311.77	39.75	
V – 30 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26400.29	39.88	
V – 31 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26241.87	39.64	39.66
V – 32 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26491.55	40.02	
V – 33 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26262.67	39.67	
V – 34 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26174.29	39.54	
V – 35 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26003.49	39.28	
V – 36 (Pariahuanca)	27/10/23	17/11/23	2.9	15.0	15.0	50.0	26157.99	39.52	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Informe estadístico del MR a los 21 días – Cantera Pariahuanca



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 21 días de curado, las pruebas de resistencia a la flexión de las vigas prismáticas con agregados de la cantera Pariahuanca, se obtiene un MR promedio de 39.658 kg/cm^2 y su desviación estándar es de 0.226 kg/cm^2

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm^2 en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

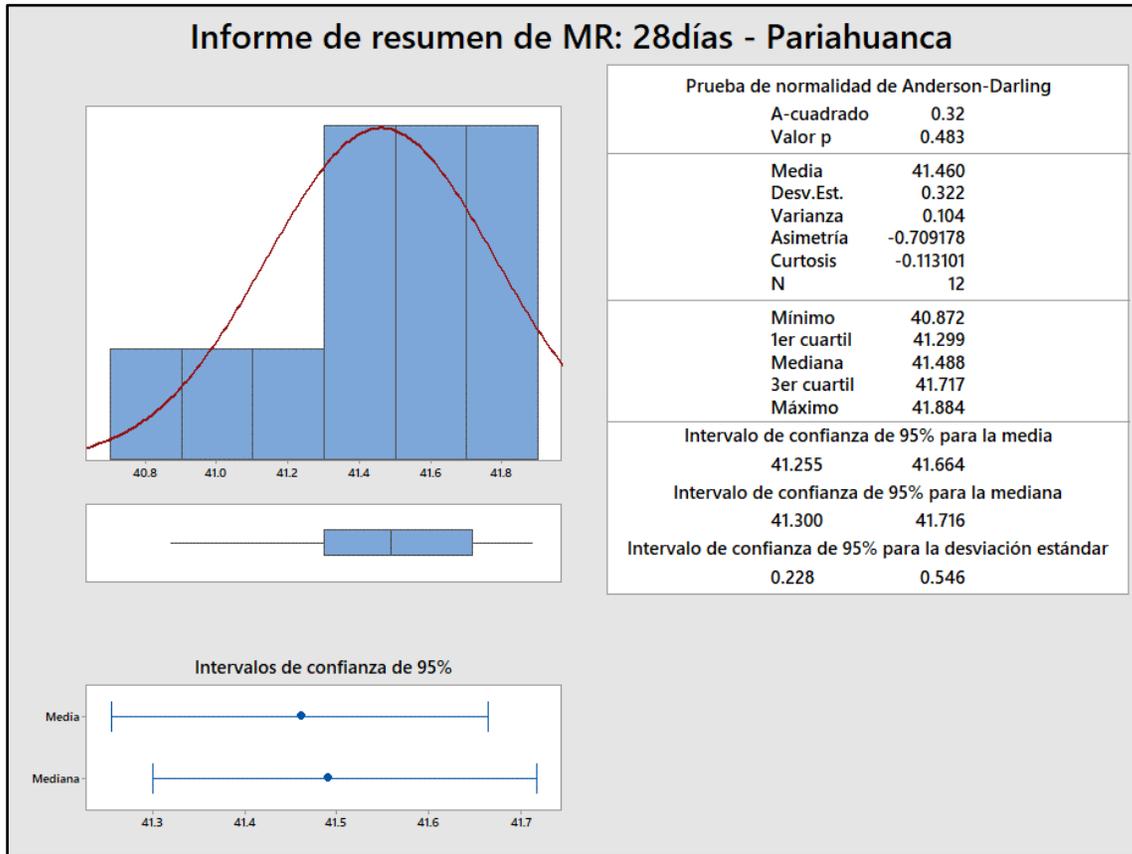
Tabla 71*Resistencia a la flexión a los 28 días – Cantera Pariahuanca*

Descripción	Fecha		Slump (“)	B (cm)	H (cm)	L (cm)	Carga (N)	MR (kg/cm ²)	MR
	Moldeo	Rotura							Promedio (kg/cm ²)
V – 37 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27424.31	41.43	
V – 38 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27364.40	41.34	
V – 39 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27476.76	41.51	
V – 40 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27725.41	41.88	
V – 41 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27685.24	41.82	
V – 42 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27450.62	41.47	
V – 43 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27329.88	41.29	41.46
V – 44 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27683.46	41.91	
V – 45 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27755.59	40.87	
V – 46 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27582.08	41.67	
V – 47 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27533.13	41.59	
V – 48 (Pariahuanca)	04/11/23	02/12/23	2.9	15.0	15.0	50.0	27625.67	41.73	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Informe estadístico del MR a los 28 días – Cantera Pariahuanca



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 28 días de curado, las pruebas de resistencia a la flexión de las vigas prismáticas con agregados de la cantera Pariahuanca, se obtiene un MR promedio de 41.460 kg/cm² y su desviación estándar es de 0.322 kg/cm²

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm² en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

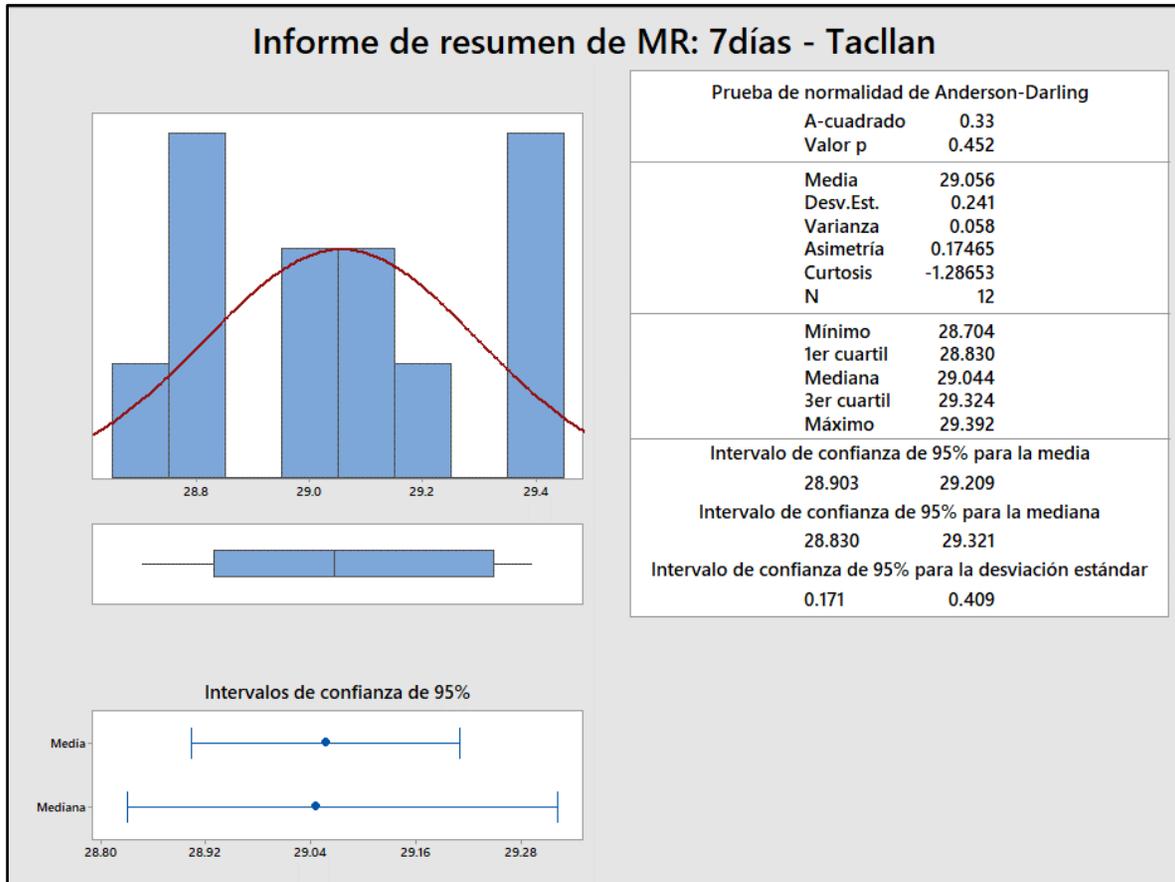
Tabla 72*Resistencia a la flexión a los 07 días – Cantera Tacllan*

Descripción	Fecha		Slump (“)	B (cm)	H (cm)	L (cm)	Carga (N)	MR (kg/cm ²)	MR
	Moldeo	Rotura							Promedio (kg/cm ²)
V – 01 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19095.33	28.85	
V – 02 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19456.04	29.39	
V – 03 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19000.85	28.70	
V – 04 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19271.64	29.11	
V – 05 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19178.39	28.97	
V – 06 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19080.44	28.82	
V – 07 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19442.17	29.37	29.06
V – 08 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19190.49	28.99	
V – 09 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19449.37	29.38	
V – 10 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19261.22	29.10	
V – 11 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19318.03	29.18	
V – 12 (Tacllan)	07/10/23	14/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	19063.28	28.80	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Informe estadístico del MR a los 07 días – Cantera Tacllan



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 07 días de curado, las pruebas de resistencia a la flexión de las vigas prismáticas con agregados de la cantera Tacllan, se obtiene un MR promedio de 29.056 kg/cm² y su desviación estándar es de 0.241 kg/cm²

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm² en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

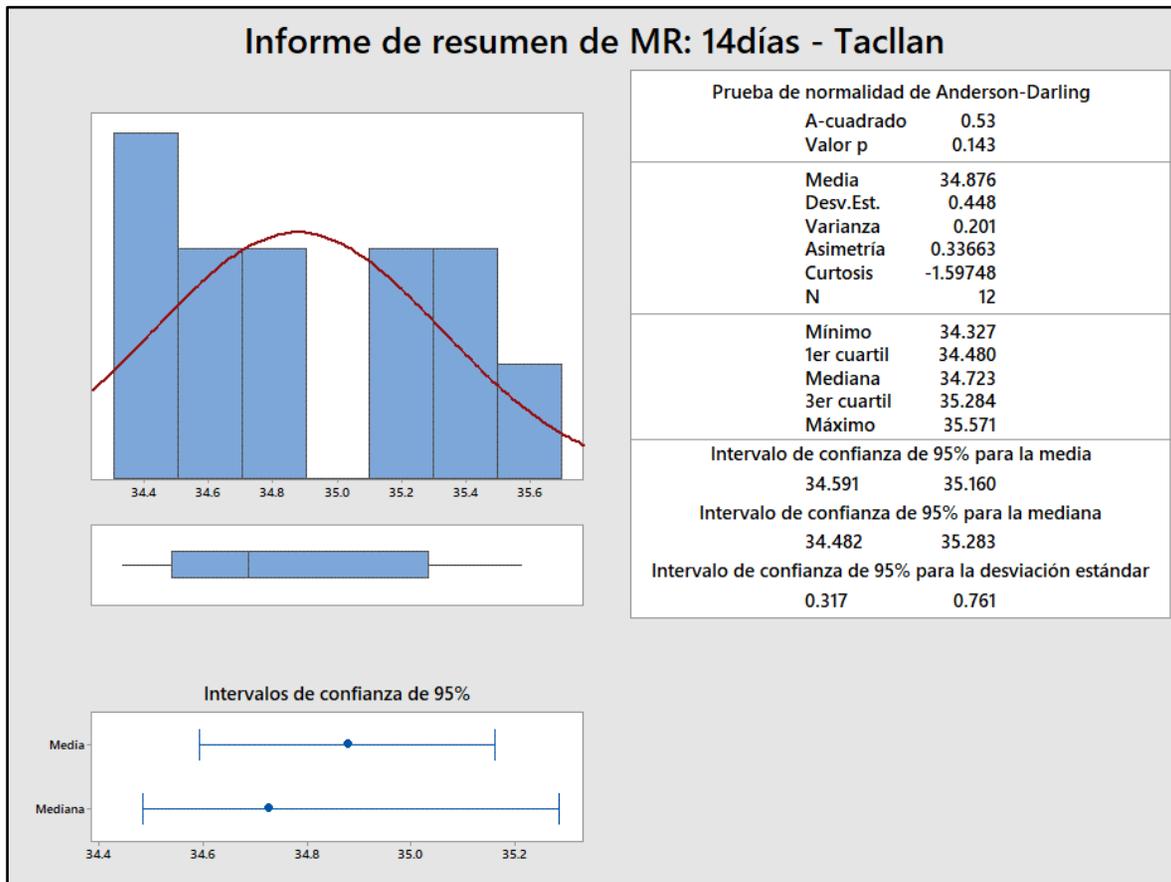
Tabla 73*Resistencia a la flexión a los 14 días – Cantera Tacllan*

Descripción	Fecha		Slump (“)	B (cm)	H (cm)	L (cm)	Carga (N)	MR (kg/cm ²)	MR
	Moldeo	Rotura							Promedio (kg/cm ²)
V – 13 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23384.01	35.48	
V – 14 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23546.38	35.57	
V – 15 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23367.55	35.30	
V – 16 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	22723.37	34.33	
V – 17 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	22980.49	34.72	
V – 18 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	22869.64	34.55	
V – 19 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	22990.22	34.73	34.88
V – 20 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	22757.87	34.38	
V – 21 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23323.09	35.23	
V – 22 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	22809.67	34.46	
V – 23 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	22892.38	34.58	
V – 24 (Tacllan)	14/10/23	28/10/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23290.35	35.18	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Informe estadístico del MR a los 14 días – Cantera Tacllan



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 14 días de curado, las pruebas de resistencia a la flexión de las vigas prismáticas con agregados de la cantera Tacllan, se obtiene un MR promedio de 34.876 kg/cm² y su desviación estándar es de 0.448 kg/cm²

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm² en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

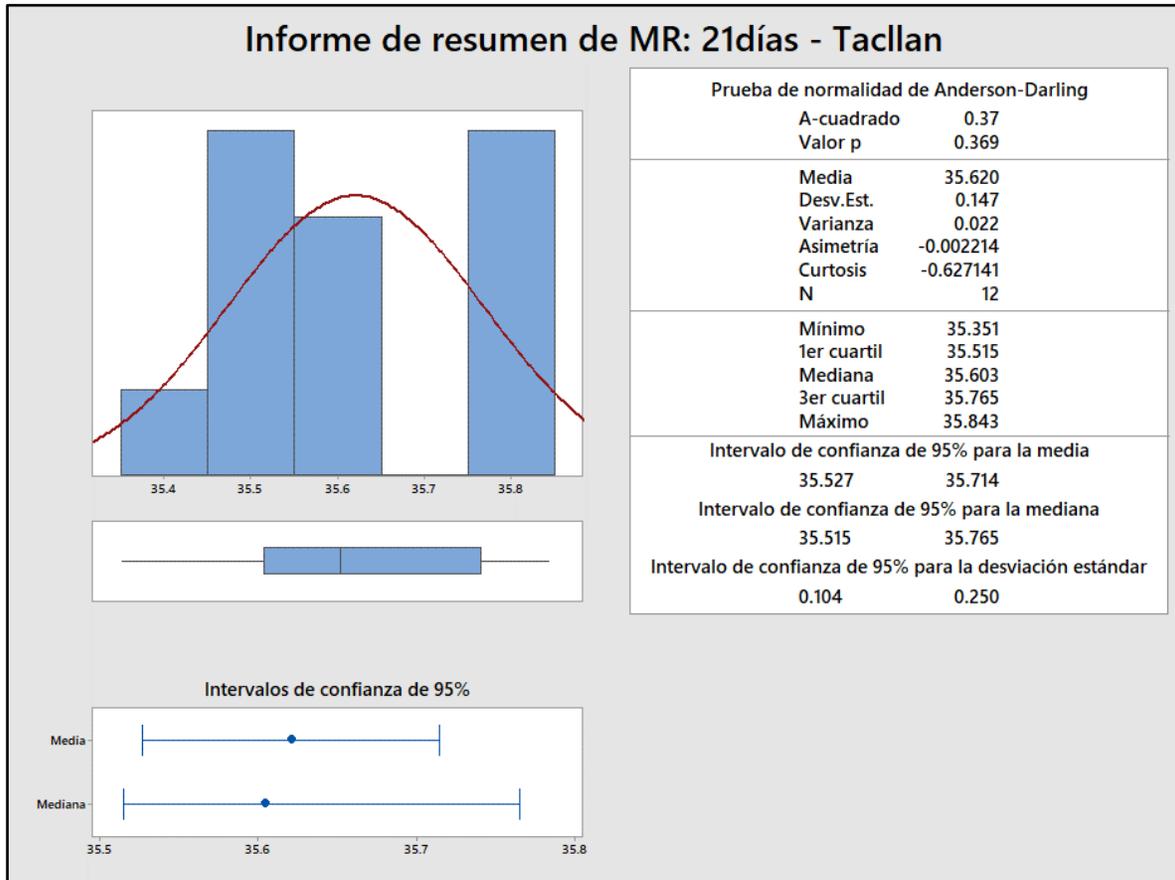
Tabla 74*Resistencia a la flexión a los 21 días – Cantera Tacllan*

Descripción	Fecha		Slump (“)	B (cm)	H (cm)	L (cm)	Carga (N)	MR (kg/cm ²)	MR
	Moldeo	Rotura							Promedio (kg/cm ²)
V – 25 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23509.07	35.51	
V – 26 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23581.37	35.62	
V – 27 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23671.28	35.76	
V – 28 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23528.67	35.54	
V – 29 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23726.94	35.84	
V – 30 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23703.67	35.81	
V – 31 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23510.22	35.52	35.62
V – 32 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23506.44	35.51	
V – 33 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23577.94	35.62	
V – 34 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23675.91	35.77	
V – 35 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23401.08	35.35	
V – 36 (Tacllan)	28/10/23	18/11/23	2.7	15.0	15.0	50.0	23558.17	35.59	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Informe estadístico del MR a los 21 días – Cantera Tacllan



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 21 días de curado, las pruebas de resistencia a la flexión de las vigas prismáticas con agregados de la cantera Tacllan, se obtiene un MR promedio de 35.620 kg/cm² y su desviación estándar es de 0.147 kg/cm²

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm² en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

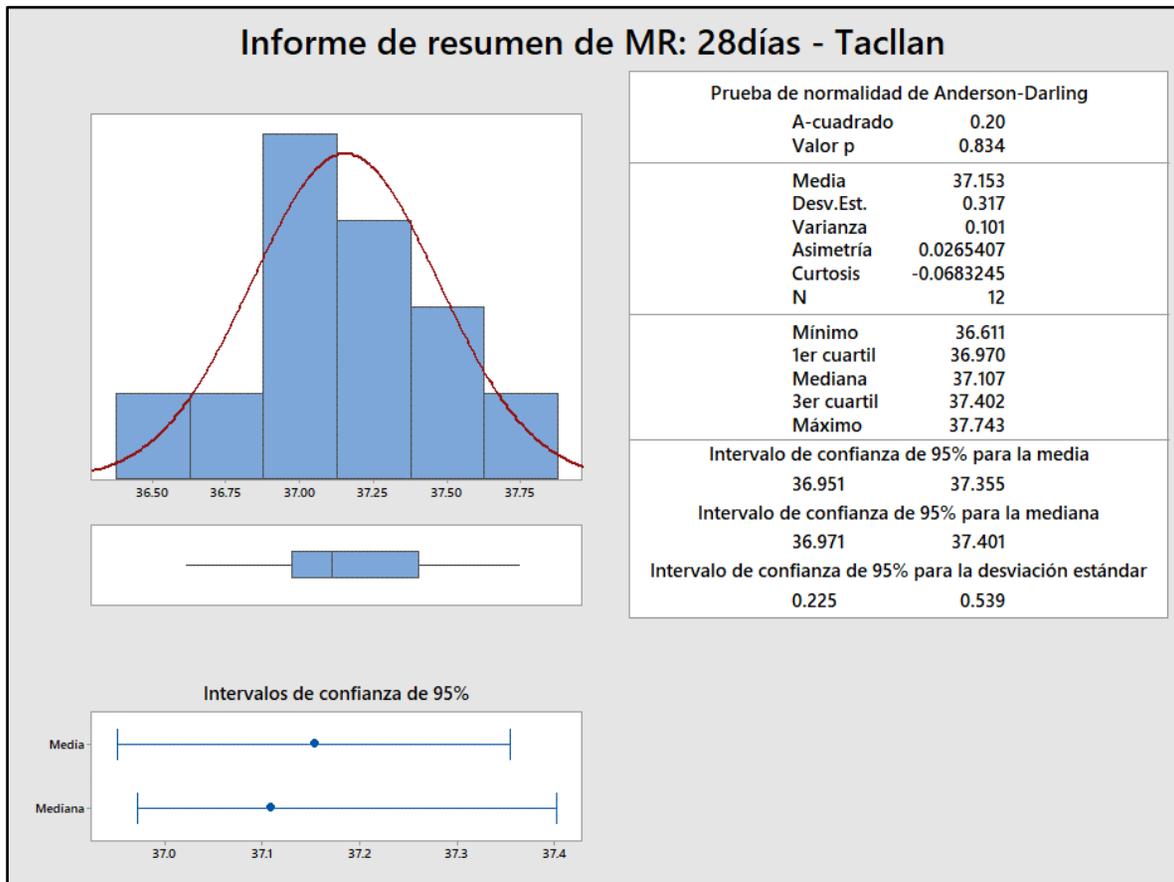
Tabla 75*Resistencia a la flexión a los 28 días – Cantera Tacllan*

Descripción	Fecha		Slump (“)	B (cm)	H (cm)	L (cm)	Carga (N)	MR (kg/cm ²)	MR
	Moldeo	Rotura							Promedio (kg/cm ²)
V – 37 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24984.27	37.74	
V – 38 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24540.18	37.07	
V – 39 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24311.08	36.73	
V – 40 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24693.77	37.30	
V – 41 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24586.74	37.14	
V – 42 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24235.29	36.61	
V – 43 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24765.58	37.41	37.15
V – 44 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24523.01	37.05	
V – 45 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24773.39	37.42	
V – 46 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24736.67	37.37	
V – 47 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24516.79	37.04	
V – 48 (Tacllan)	05/11/23	03/12/23	2.7	15.0	15.0	50.0	24458.13	36.95	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 22

Informe estadístico del MR a los 28 días – Cantera Tacllan



Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

A los 28 días de curado, las pruebas de resistencia a la flexión de las vigas prismáticas con agregados de la cantera Tacllan, se obtiene un MR promedio de 37.153 kg/cm² y su desviación estándar es de 0.317 kg/cm²

Según el Comité ACI-704 al tener una desviación estándar por debajo de 15 kg/cm² en una mezcla de prueba del laboratorio indica que el concreto elaborado cumple excelentemente con los requisitos de calidad. Por ende, la dispersión de resultados estaría dentro de lo establecido por el ACI.

4.1.7. Correlación entre resistencia a la compresión y módulo de rotura de la cantera Pariahuanca

Tabla 76

Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 7 días

Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión Prom	Módulo de rotura	Módulo de rotura Prom	X Lineal	K Potencial
$f'c$	$f'c$ prom	MR	MR prom	$MR=X*f'c$	$MR=K*f'c^{0.5}$
168.89		30.55			
158.53		30.66			
162.10		30.64			
165.60		30.75			
160.97		31.03			
156.15	159.94	30.50	30.73	0.192	2.430
166.37		30.77			
156.38		31.01			
159.81		30.85			
143.80		30.84			
153.37		30.71			
167.31		30.41			

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 77*Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 14 días*

Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión Prom	Módulo de rotura	Módulo de rotura Prom	X Lineal	K Potencial
$f'c$	$f'c$ prom	MR	MR prom	$MR=X*f'c$	$MR=K*f'c^{0.5}$
229.25		36.66			
232.28		37.56			
232.03		37.66			
239.82		37.34			
237.10		37.21			
239.12	235.07	36.81	37.35	0.159	2.436
236.40		36.66			
231.54		38.20			
239.90		37.86			
238.51		37.22			
229.05		36.58			
235.86		38.40			

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 78*Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 21 días*

Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión Prom	Módulo de rotura	Módulo de rotura Prom	X Lineal	K Potencial
$f'c$	$f'c$ prom	MR	MR prom	$MR=X*f'c$	$MR=K*f'c^{0.5}$
249.09		39.34			
248.46		39.68			
245.69		39.60			
248.61		39.97			
251.59		39.75			
242.67	248.93	39.88	39.66	0.159	2.514
245.73		39.64			
249.92		40.02			
255.03		39.67			
246.78		39.54			
249.69		39.28			
253.92		39.52			

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 79*Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 28 días*

Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión Prom	Módulo de rotura	Módulo de rotura Prom	X Lineal	K Potencial
$f'c$	$f'c$ prom	MR	MR prom	$MR=X*f'c$	$MR=K*f'c^{0.5}$
267.44		41.43			
263.14		41.34			
260.67		41.51			
266.76		41.88			
256.88		41.82			
265.63	264.30	41.47	41.46	0.157	2.550
268.36		41.29			
265.76		40.91			
263.51		40.87			
262.06		41.67			
271.58		41.59			
259.75		41.73			

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.1.8. Correlación entre resistencia a la compresión y módulo de rotura de la cantera Tacllan

Tabla 80

Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 7 días

Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión Prom	Módulo de rotura	Módulo de rotura Prom	X Lineal	K Potencial
$f'c$	$f'c$ prom	MR	MR prom	$MR=X*f'c$	$MR=K*f'c^{0.5}$
153.32		28.85			
153.93		29.39			
152.26		28.70			
158.20		29.11			
151.36		28.97			
154.62	154.96	28.82	29.06	0.188	2.334
155.67		29.37			
151.32		28.99			
157.37		29.38			
158.50		29.10			
153.72		29.18			
159.28		28.80			

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 81*Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 14 días*

Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión Prom	Módulo de rotura	Módulo de rotura Prom	X Lineal	K Potencial
$f'c$	$f'c$ prom	MR	MR prom	$MR=X*f'c$	$MR=K*f'c^{0.5}$
221.62		35.33			
230.90		35.57			
237.11		35.30			
227.56		34.33			
225.76		34.72			
224.73		34.55			
238.14	228.79	34.73	34.86	0.152	2.305
231.73		34.38			
226.11		35.23			
230.62		34.46			
225.45		34.58			
225.76		35.18			

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 82*Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 21 días*

Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión Prom	Módulo de rotura	Módulo de rotura Prom	X Lineal	K Potencial
f^c	f^c prom	MR	MRprom	$MR=X*f^c$	$MR=K*f^c^{0.5}$
243.28		35.51			
238.43		35.62			
251.05		35.76			
252.18		35.54			
248.91		35.84			
238.80	244.98	35.81	35.62	0.145	2.276
247.40		35.52			
250.61		35.51			
240.38		35.62			
245.18		35.77			
243.52		35.35			
240.02		35.59			

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 83*Correlación entre la resistencia a la compresión y módulo de rotura a los 28 días*

Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión Prom	Módulo de rotura	Módulo de rotura Prom	X Lineal	K Potencial
$f'c$	$f'c$ prom	MR	MRprom	$MR=X*f'c$	$MR=K*f'c^{0.5}$
254.10		37.74			
260.60		37.07			
265.90		36.73			
257.28		37.30			
256.98		37.14			
258.00	259.06	36.61	37.15	0.143	2.308
263.08		37.41			
255.92		37.05			
254.82		37.42			
261.96		37.37			
257.99		37.04			
262.12		36.95			

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Contrastación de la hipótesis específica

Hipótesis específica: “La resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca superan la resistencia normalizada respectivamente”.

La prueba de hipótesis:

Figura 23

Prueba de hipótesis *t* del *f'c* a los 07 días – Cantera Pariahuanca

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
12	159.94	7.05	2.03	156.29

μ : media de *fc*: 7días - Pariahuanca

Prueba	
Valor T	Valor p
11.52	0.000

Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

Conclusión: Según los resultados en la figura anterior, se tiene que el $p = 0.00$ es menor que $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0); en consecuencia, al 95% de confianza se afirma que la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 07 días de curado utilizando la cantera Pariahuanca superan la resistencia normalizada del 65%.

Figura 24

Prueba de hipótesis t del f'c a los 14 días – Cantera Pariahuanca

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
12	235.07	4.05	1.17	232.97

μ : media de f'c: 14días - Pariahuanca

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 178.5$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 178.5$
Valor T	Valor p
48.44	0.000

Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

Conclusión: Según los resultados en la figura anterior, se tiene que el $p = 0.00$ es menor que $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0); en consecuencia, al 95% de confianza se afirma que la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 14 días de curado utilizando la cantera Pariahuanca superan la resistencia normalizada del 85%.

Figura 25

Prueba de hipótesis t del f'c a los 21 días – Cantera Pariahuanca

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
12	248.93	3.51	1.01	247.11
<i>μ: media de f'c: 21días - Pariahuanca</i>				
Prueba				
Hipótesis nula		$H_0: \mu = 199.5$		
Hipótesis alterna		$H_1: \mu > 199.5$		
Valor T	Valor p			
48.78	0.000			

Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

Conclusión: Según los resultados en la figura anterior, se tiene que el $p = 0.00$ es menor que $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0); en consecuencia, al 95% de confianza se afirma que la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 21 días de curado utilizando la cantera Pariahuanca superan la resistencia normalizada del 95%.

Figura 26

Prueba de hipótesis t del f'c a los 28 días – Cantera Pariahuanca

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
12	264.30	4.10	1.18	262.17
<i>μ: media de f'c: 28días - Pariahuanca</i>				
Prueba				
Hipótesis nula		$H_0: \mu = 210$		
Hipótesis alterna		$H_1: \mu > 210$		
Valor T	Valor p			
45.86	0.000			

Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

Conclusión: Según los resultados en la figura anterior, se tiene que el $p = 0.00$ es menor que $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0); en consecuencia, al 95% de confianza se afirma que la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 28 días de curado utilizando la cantera Pariahuanca superan la resistencia normalizada del 100%.

Figura 27

Prueba de hipótesis t del f'c a los 07 días – Cantera Tacllan

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
12	154.963	2.812	0.812	153.505

μ : media de fc: 7días - Tacllan

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 136.5$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 136.5$
Valor T	Valor p
22.75	0.000

Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

Conclusión: Según los resultados en la figura anterior, se tiene que el $p = 0.00$ es menor que $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0); en consecuencia, al 95% de confianza se afirma que la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 07 días de curado utilizando la cantera Tacllan superan la resistencia normalizada del 65%.

Figura 28

Prueba de hipótesis t del f'c a los 14 días – Cantera Tacllan

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
12	228.79	5.04	1.45	226.18
<i>μ: media de f'c: 14días - Tacllan</i>				
Prueba				
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 178.5$			
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 178.5$			
Valor T	Valor p			
34.58	0.000			

Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

Conclusión: Según los resultados en la figura anterior, se tiene que el $p = 0.00$ es menor que $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0); en consecuencia, al 95% de confianza se afirma que la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 14 días de curado utilizando la cantera Tacllan superan la resistencia normalizada del 85%.

Figura 29

Prueba de hipótesis t del f'c a los 21 días – Cantera Tacllan

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
12	244.98	4.99	1.44	242.40

μ : media de fc: 21 días - Tacllan

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 199.5$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 199.5$
Valor T	Valor p
31.59	0.000

Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

Conclusión: Según los resultados en la figura anterior, se tiene que el $p = 0.00$ es menor que $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0); en consecuencia, al 95% de confianza se afirma que la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 21 días de curado utilizando la cantera Tacllan superan la resistencia normalizada del 95%.

Figura 30

Prueba de hipótesis t del f'c a los 28 días – Cantera Tacllan

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
12	259.06	3.63	1.05	257.18

μ : media de f'c: 28días - Tacllan

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 210$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 210$
Valor T	Valor p
46.77	0.000

Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

Conclusión: Según los resultados en la figura anterior, se tiene que el $p = 0.00$ es menor que $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0); en consecuencia, al 95% de confianza se afirma que la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 28 días de curado utilizando la cantera Tacllan superan la resistencia normalizada del 100%.

Hipótesis específica: “El módulo de rotura a la flexión del concreto para pavimento rígido a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca superan la resistencia normalizada respectivamente”.

Figura 31

Prueba de hipótesis t del MR a los 28 días – Cantera Pariahuanca

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
12	41.4598	0.3218	0.0929	41.2930
<i>μ: media de MR: 28días - Pariahuanca</i>				
Prueba				
Hipótesis nula		$H_0: \mu = 34$		
Hipótesis alterna		$H_1: \mu > 34$		
Valor T	Valor p			
80.31	0.000			

Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

Conclusión: Según los resultados en la figura anterior, se tiene que el $p = 0.00$ es menor que $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0); en consecuencia, al 95% de confianza se afirma que el módulo de rotura a la flexión del concreto para pavimento rígido a los 28 días de curado utilizando la cantera Pariahuanca superan la resistencia normalizada del 100%.

Figura 32

Prueba de hipótesis t del MR a los 28 días – Cantera Tacllan

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
12	37.1529	0.3173	0.0916	36.9884

μ : media de MR: 28días - Tacllan

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 34$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 34$
Valor T	Valor p
34.42	0.000

Nota. Fuente: Programa Minitab v.18.0

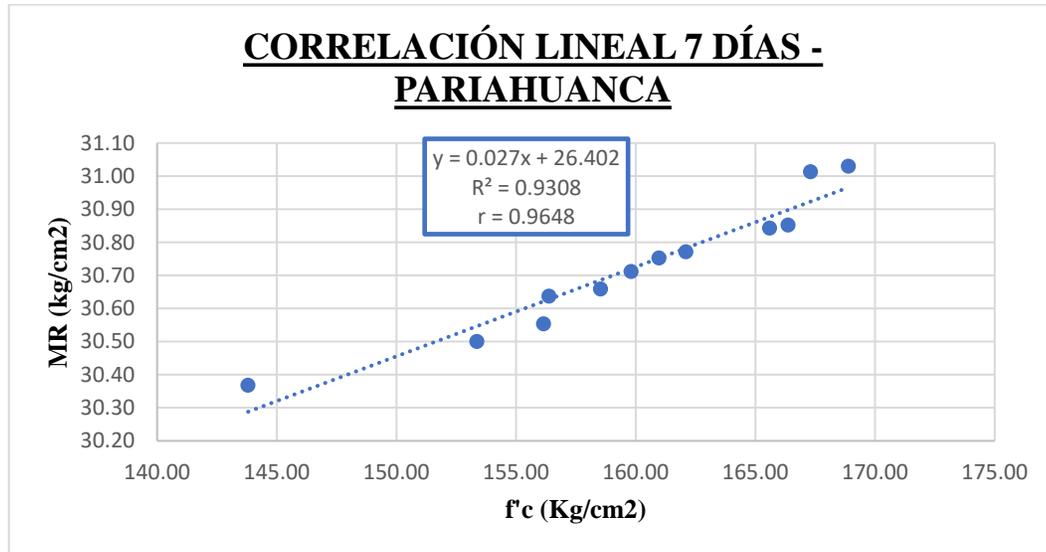
Conclusión: Según los resultados en la figura anterior, se tiene que el $p = 0.00$ es menor que $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0); en consecuencia, al 95% de confianza se afirma que el módulo de rotura a la flexión del concreto para pavimento rígido a los 28 días de curado utilizando la cantera Tacllan superan la resistencia normalizada del 100%.

4.2.2. Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis general: “Existe una correlación positiva alta de la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión que mejorarán el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos de la ciudad de Huaraz, 2023”

Figura 33

Correlación lineal a los 07 días – Cantera Pariahuanca

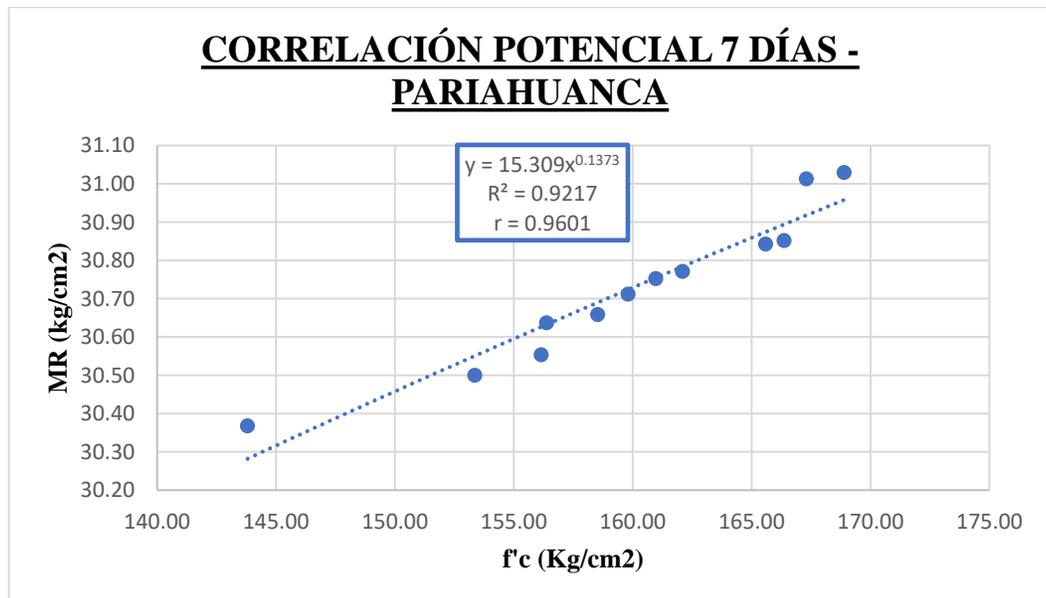


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9648$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 34

Correlación potencial a los 07 días – Cantera Pariahuanca

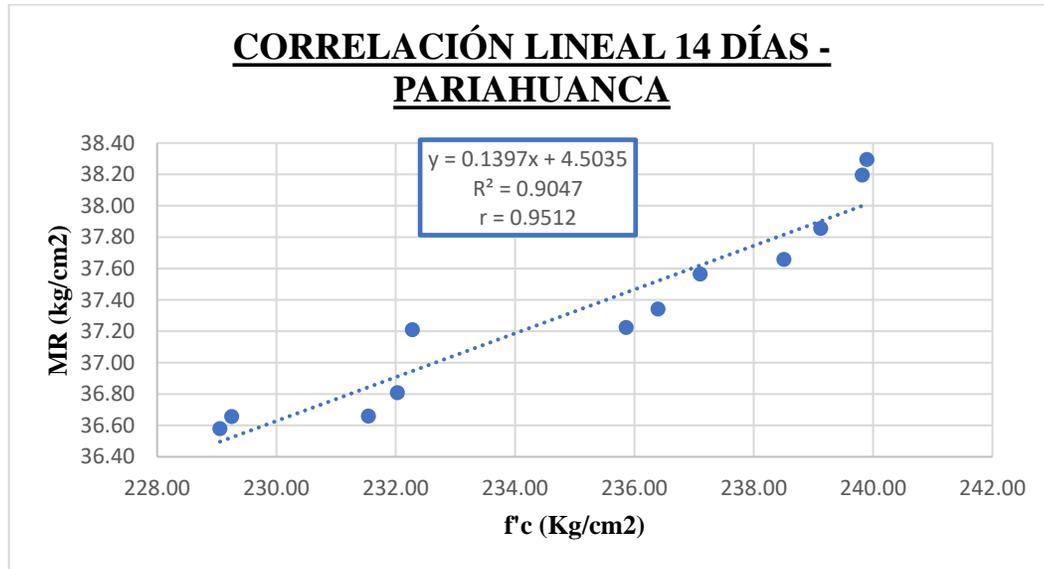


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9601$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 35

Correlación lineal a los 14 días – Cantera Pariahuanca

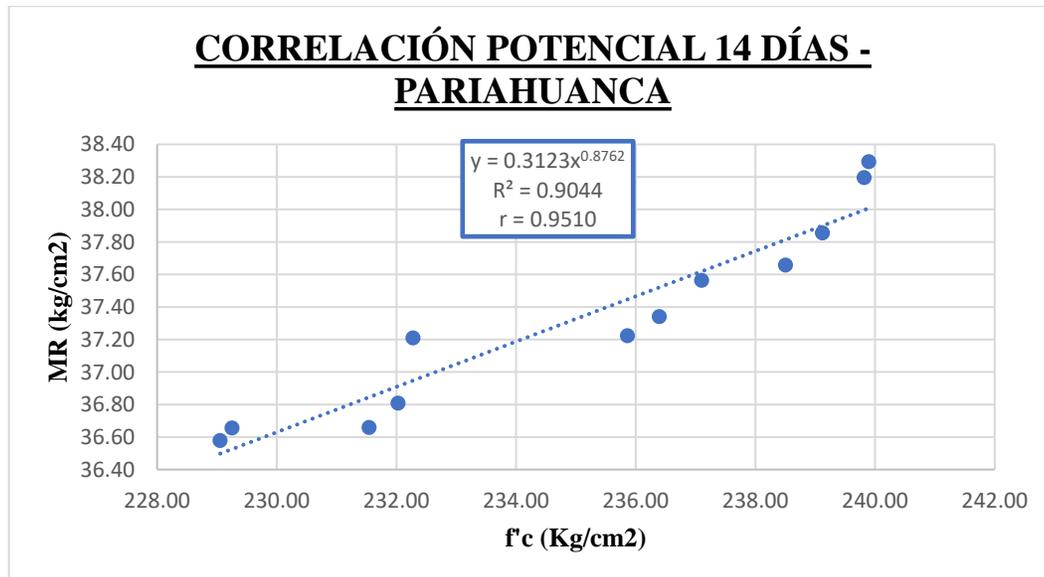


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9512$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 36

Correlación potencial a los 14 días – Cantera Pariahuanca

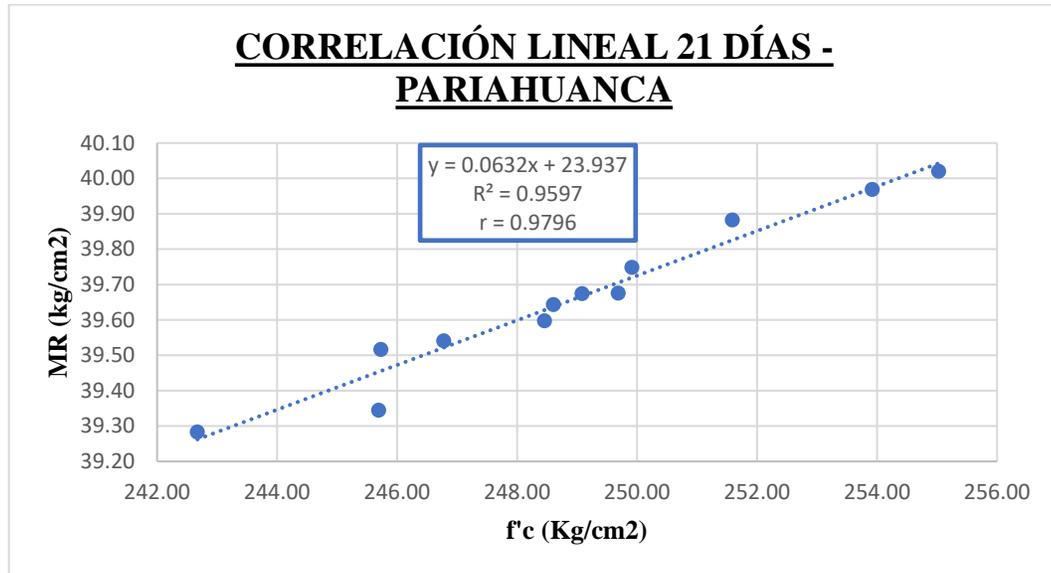


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9510$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 37

Correlación lineal a los 21 días – Cantera Pariahuanca

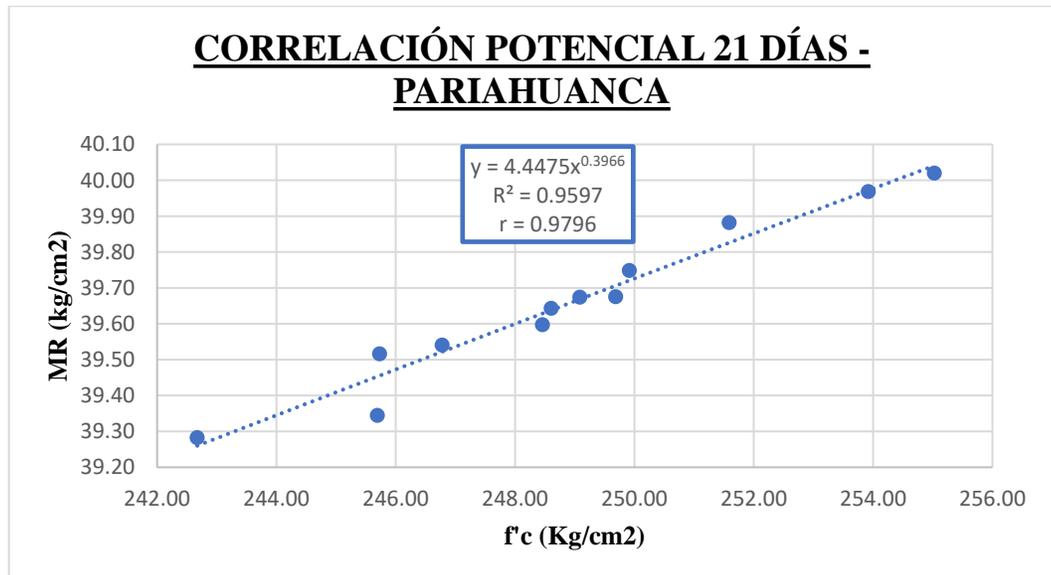


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9796$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 38

Correlación potencial a los 21 días – Cantera Pariahuanca

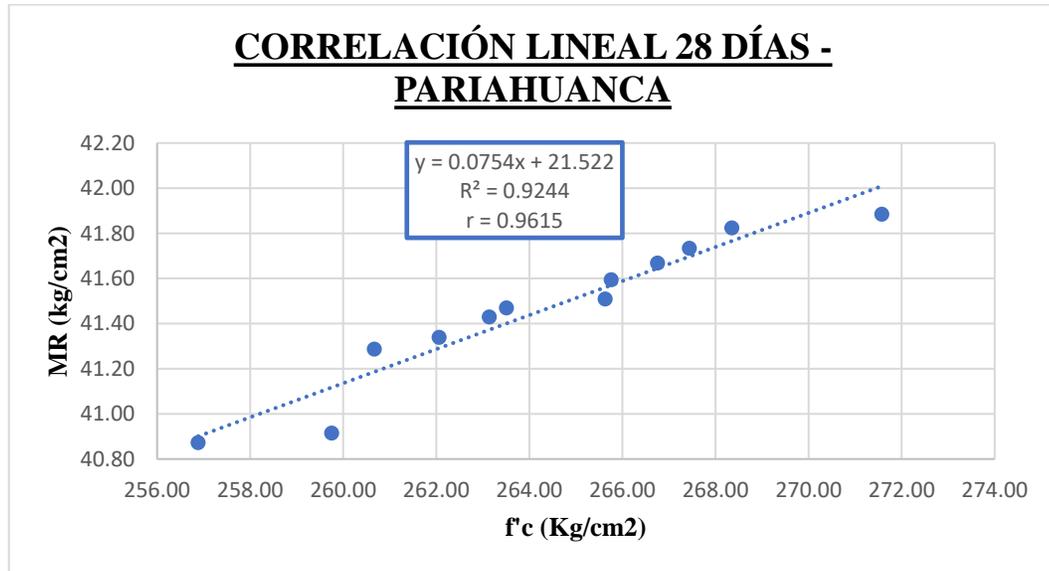


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9796$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 39

Correlación lineal a los 28 días – Cantera Pariahuanca

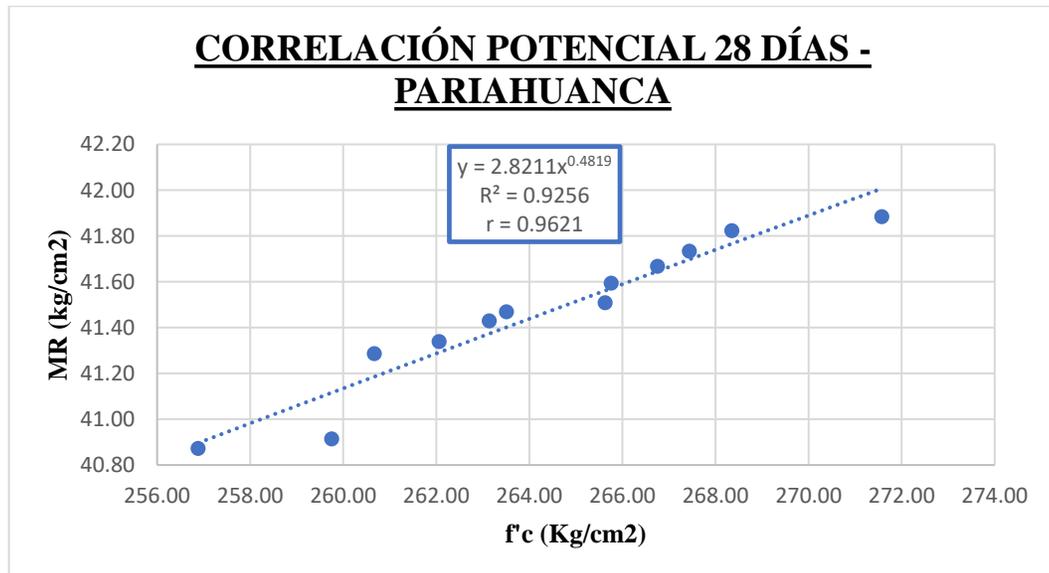


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9615$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 40

Correlación potencial a los 28 días – Cantera Pariahuanca

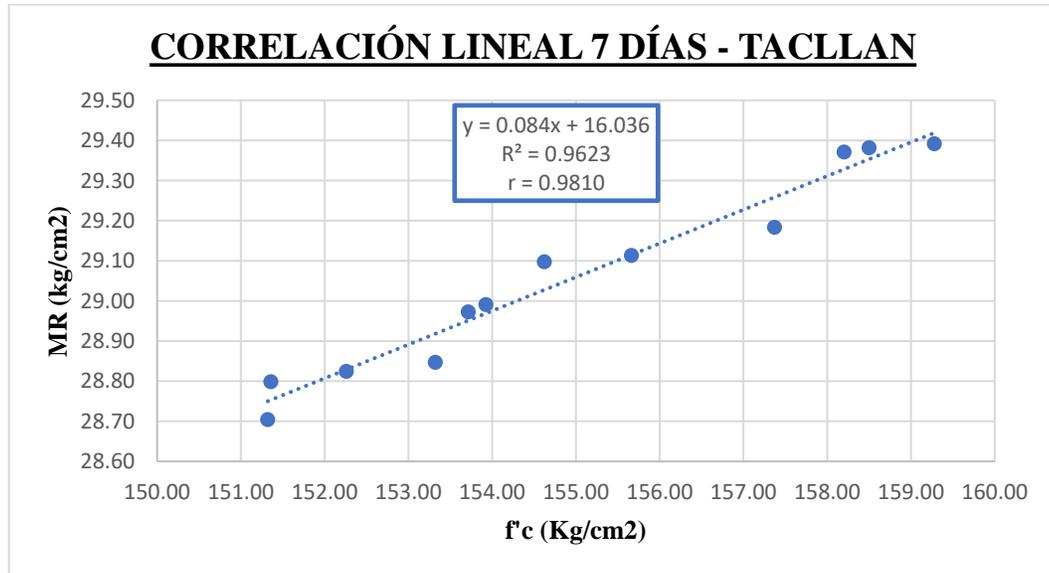


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9621$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 41

Correlación lineal a los 07 días – Cantera Tacllan

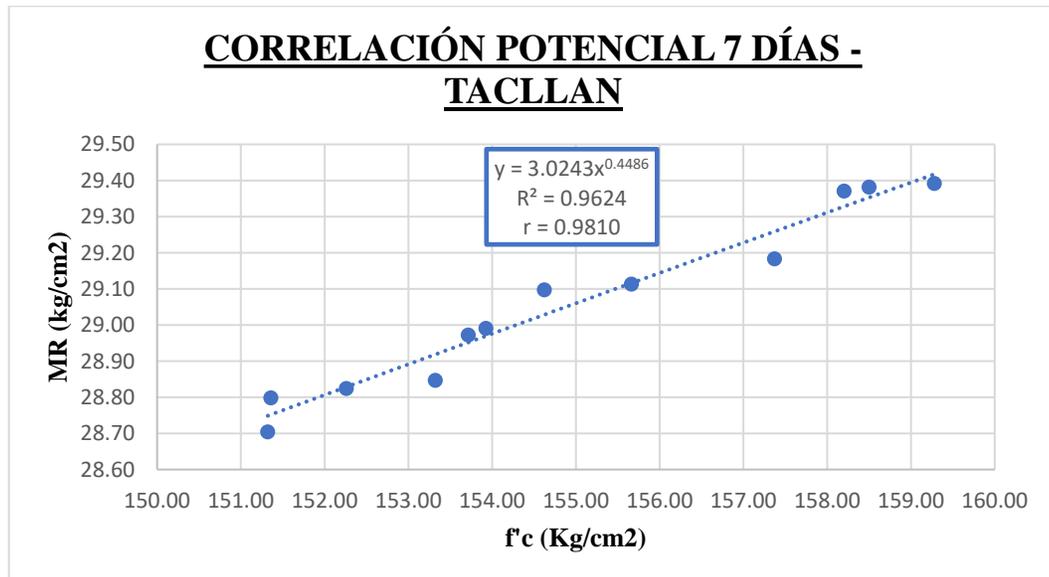


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9810$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 42

Correlación potencial a los 07 días – Cantera Tacllan

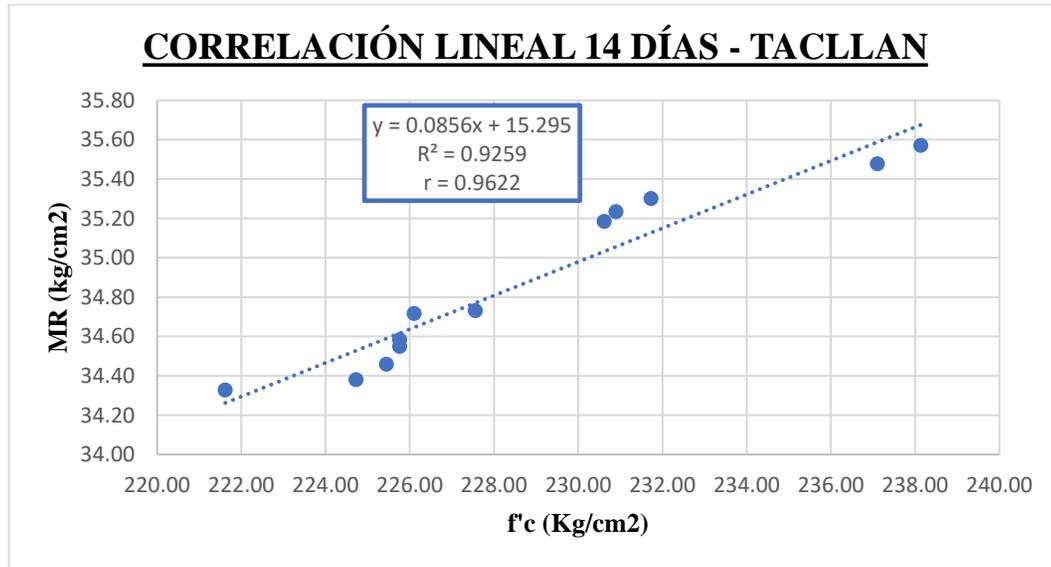


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9810$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 43

Correlación lineal a los 14 días – Cantera Tacllan

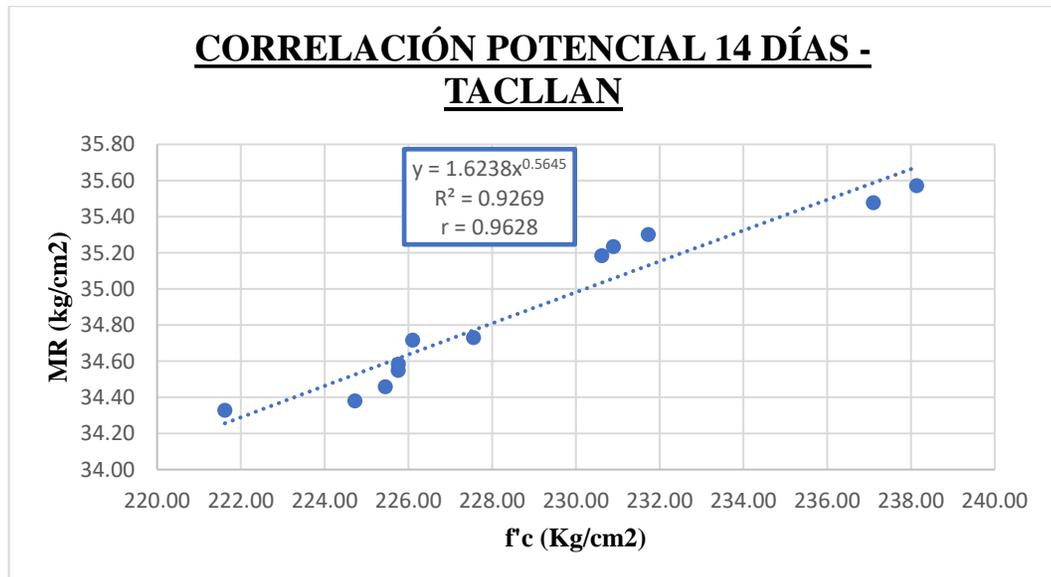


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9622$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 44

Correlación potencial a los 14 días – Cantera Tacllan

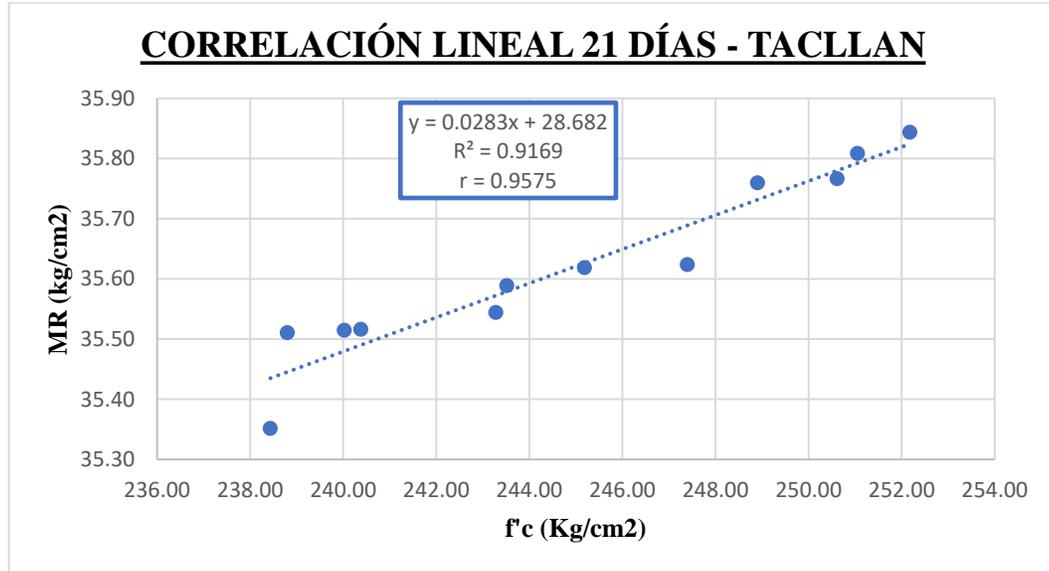


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9628$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 45

Correlación lineal a los 21 días – Cantera Tacllan

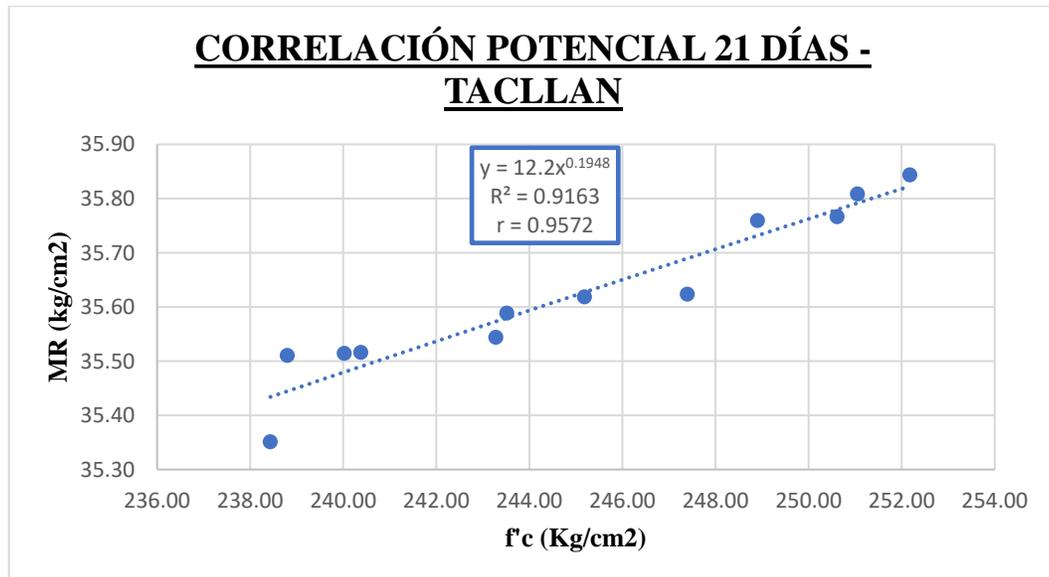


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9575$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 46

Correlación potencial a los 21 días – Cantera Tacllan

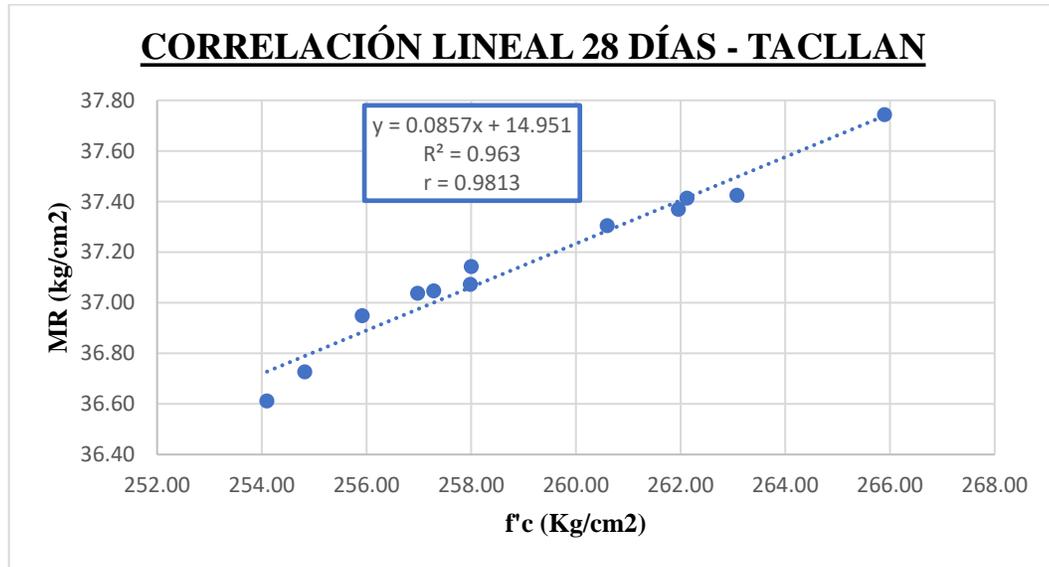


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9572$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 47

Correlación lineal a los 28 días – Cantera Tacllan

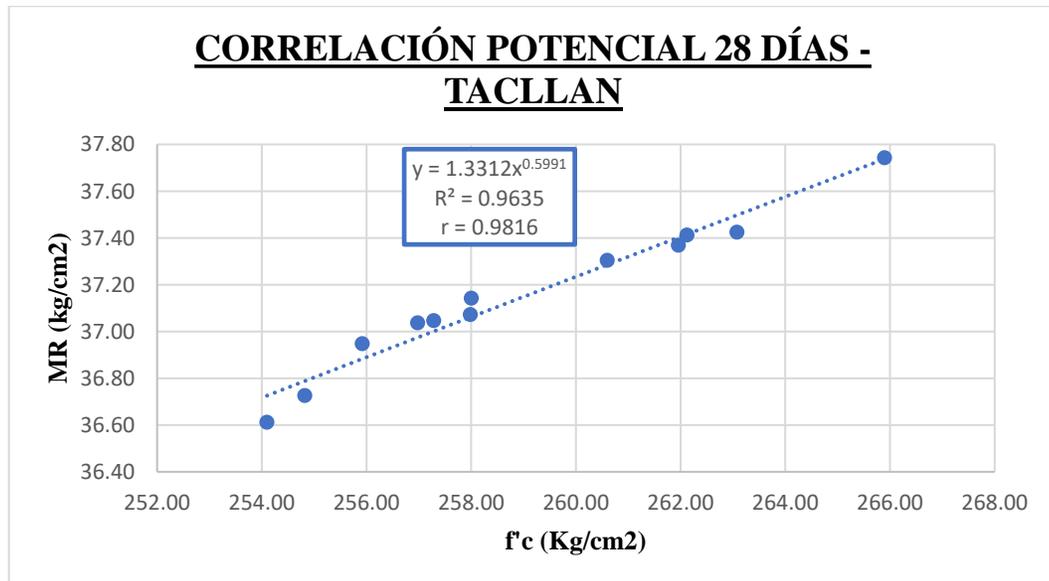


Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9813$, se afirma que existe una correlación alta.

Figura 48

Correlación potencial a los 28 días – Cantera Tacllan



Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, el $r = 0.9816$, se afirma que existe una correlación alta.

4.3. Discusión de resultados

La investigación plantea como objetivo general determinar la correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión para mejorar el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos de la ciudad de Huaraz, 2023.

Autores como (Aguirre & Vásquez, 2021) obtuvieron correlaciones altas del 91%, 93%, 98%, 96% y 94% para cada tipo de mezcla y obteniendo las ecuaciones lineales siguientes, $MR=0.137*f'c$, $MR=0.145*f'c$, $M=0.139*f'c$, $MR=0.125*f'c$, $MR=0.121*f'c$ y $MR=0.131*f'c$ cuyos concretos son de tipo ZR(0.50), ZR(0.55), ZR(0.60), CH(0.50), CH(0.55) y CH(0.60) respectivamente. También obtuvieron las ecuaciones potenciales siguientes, $MR=2.524*\sqrt{f'c}$, $MR=2.545*\sqrt{f'c}$, $MR=2.312*\sqrt{f'c}$, $MR=2.437*\sqrt{f'c}$, $MR=2.252*\sqrt{f'c}$ y $MR=2.256*\sqrt{f'c}$ cuyos concretos son de tipo ZR(0.50), ZR(0.55), ZR(0.60), CH(0.50), CH(0.55) y CH(0.60) respectivamente.

También autores como (Robles & Juan, 2015) obtuvieron correlaciones altas del 94% para resistencias a los 7 días y 98% para resistencias a los 28 días, determinando así correlaciones entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión nos muestran una ecuación lineal de la cual se obtiene un valor de constante K, para una relación de tipo Mr, $Mr = 0.120*f'c$ a los 07 días, $Mr = 0.117*f'c$ a los 28 días. También obtuvieron una ecuación exponencial que muestra un valor constante K, para una relación de tipo Mr ($f'c$) = $K*\sqrt{f'c}$, para este caso $Mr = 2.091*\sqrt{f'c}$ a los 07 días, $Mr = 2.168*\sqrt{f'c}$ a los 28 días.

Según el ACI 363, el módulo de rotura de un concreto oscila entre 1.99 a 3.18 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión. Según el NRMCA, el módulo de rotura representa aproximadamente del 10% a 20% de la resistencia a la compresión.

En la presente investigación, para un concreto de 210 kg/cm² se están dentro de los límites propuestos por el ACI y la NRMCA; la resistencia a la flexión oscila entre valores de 2.429 – 2.55 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión y 15.70% a 19.20% del valor de la resistencia a la compresión para la cantera Pariahuanca; para la cantera Tacllan la resistencia a la flexión oscila entre los valores de 2.276 – 2.334 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión y 14.30% a 18.80% del valor de la resistencia a la compresión.

Para poder determinar las características físicas de los agregados de las canteras se realizaron los ensayos de laboratorio. El ensayo de contenido de humedad se realizó según la NTP 339.185, donde para la cantera Pariahuanca el agregado fino tuvo 5.06% y el agregado grueso tuvo 0.31%; para la cantera Tacllan el agregado fino tuvo 4.59% y el agregado grueso tuvo 0.35%. El ensayo de granulometría se realizó según la NTP 400.012, donde para la cantera Pariahuanca el módulo de finura del agregado fino es de 2.77 estando dentro del rango recomendado de 2.3 a 3.1 dando un indicador que es una arena gruesa de buena característica granulométrica y el agregado grueso presenta un TMN de $\frac{3}{4}$ " y dentro del Huso 56; para la cantera Tacllan el módulo de finura del agregado fino es de 2.91 estando dentro del rango recomendado de 2.3 a 3.1 dando un indicador que es una arena gruesa de buena característica granulométrica y el agregado grueso presenta un TMN de $\frac{3}{4}$ " y dentro del Huso 56. El ensayo de peso unitario se realizó según la NTP 400.017, donde para la cantera Pariahuanca el agregado fino tuvo un peso unitario suelto de 1622 kg/m^3 y un peso unitario compactado de 1768 kg/cm^3 , el agregado grueso tuvo un peso unitario suelto de 1401 kg/m^3 y un peso unitario compactado de 1514 kg/m^3 ; para la cantera Tacllan el agregado fino tuvo un peso unitario suelto de 1632 kg/m^3 y un peso unitario compactado de 1764 kg/cm^3 , el agregado grueso tuvo un peso unitario suelto de 1367 kg/m^3 y un peso unitario compactado de 1513 kg/m^3 . El ensayo de peso específico y absorción se realizó según la NTP 400.022 para agregados finos, donde para la cantera Pariahuanca tuvo 2.54 tn/m^3 y 2.10% respectivamente; para la cantera Tacllan tuvo 2.56 tn/m^3 y 1.95% respectivamente. El ensayo de peso específico y absorción se realizó según la NTP 400.021 para agregados gruesos, donde para la cantera Pariahuanca tuvo 2.66 tn/m^3 y 0.82% respectivamente; para la cantera Tacllan tuvo 2.68 tn/m^3 y 0.92% respectivamente.

Con las características físicas de los agregados cumpliendo con los estándares de calidad se realizaron los diseños de mezcla para ambas canteras, realizándose 3 diseños de prueba hasta obtener la consistencia propuesta para nuestro caso pavimento rígido, mediante el ensayo de cono de Abrams, el diseño final de la cantera Pariahuanca se obtuvieron dosificaciones en peso 1 : 2.55 : 2.23 y dosificaciones en volumen 1 : 2.73 : 1.97; el diseño final de la cantera Tacllan se obtuvieron dosificaciones en peso 1 : 2.49 : 2.30 y dosificaciones en volumen 1 : 2.73 : 2.03.

Se elaboraron las probetas cilíndricas de concreto en laboratorio según la NTP 339.183, se ensayaron a los 7, 14, 21 y 28 días de curado. De la cantera Pariahuanca se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 159.94 kg/cm², 235.07 kg/cm², 248.93 kg/cm² y 264.30 kg/cm² que representa el 76.16%, 111.94%, 118.54% y 125.86% de la resistencia de diseño respectivamente; de la cantera Tacllan se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 154.96 kg/cm², 228.79 kg/cm², 244.98 kg/cm² y 259.06 kg/cm² que representa el 73.79%, 108.95%, 116.66% y 123.36% de la resistencia de diseño respectivamente, superando el 65%, 85%, 95% y 100% que se estima en Figura 1.4—Resistencia a la compresión de cilindros de 150x 300 mm (6 x 12 pulg.) en función de la edad para una variedad de condiciones de curado (Kosmatka y Panarese1988) descrito en el ACI 308R-01. Se elaboraron las vigas prismáticas de concreto en laboratorio según la NTP 339.183, se ensayaron a los 7, 14, 21 y 28 días de curado. De la cantera Pariahuanca se obtuvo un módulo de rotura promedio de 30.72 kg/cm², 37.34 kg/cm², 39.66 kg/cm² y 41.46 kg/cm² respectivamente; de la cantera Tacllan se obtuvo un módulo de rotura promedio de 29.06 kg/cm², 34.88 kg/cm², 35.62 kg/cm² y 37.15 kg/cm² respectivamente, superando a los 28 días de curado los 34 kg/cm² mínimos que requiere la Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusión General

Se determino las correlaciones entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión, lo cual mejoró el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos, donde se obtuvo las siguientes expresiones lineales. Para la Cantera Pariahuanca a los 07 días: $MR = 0.192 * f'c$, a los 14 días: $MR = 0.159 * f'c$, a los 21 días: $MR = 0.159 * f'c$, a los 28 días: $MR = 0.157 * f'c$. Para la Cantera Tacllan a los 07 días: $MR = 0.188 * f'c$, a los 14 días: $MR = 0.152 * f'c$, a los 21 días: $MR = 0.145 * f'c$, a los 28 días: $MR = 0.143 * f'c$. También se obtuvo las siguientes expresiones potenciales. Para la Cantera Pariahuanca a los 07 días: $MR = 2.429 * \sqrt{f'c}$, a los 14 días: $MR = 2.435 * \sqrt{f'c}$, a los 21 días: $MR = 2.514 * \sqrt{f'c}$, a los 28 días: $MR = 2.550 * \sqrt{f'c}$. Para la Cantera Tacllan a los 07 días: $MR = 2.334 * \sqrt{f'c}$, a los 14 días: $MR = 2.306 * \sqrt{f'c}$, a los 21 días: $MR = 2.276 * \sqrt{f'c}$, a los 28 días: $MR = 2.308 * \sqrt{f'c}$.

5.2. Conclusiones Especificas

1. Se logro determinar las características físicas de los agregados grueso y fino de las canteras de Pariahuanca y Tacllan de acuerdo a las normas técnicas peruanas, concluyendo que están dentro de los parámetros de calidad de las normas vigentes. Estos resultados sirvieron para realizar un correcto diseño de mezcla según la metodología del Comité 211 del ACI de la cantera Pariahuanca se obtuvieron dosificaciones en peso 1 : 2.55 : 2.23 y dosificaciones en volumen 1 : 2.73 : 1.97; el diseño final de la cantera Tacllan se obtuvieron dosificaciones en peso 1 : 2.49 : 2.30 y dosificaciones en volumen 1 : 2.73 : 2.03.
2. Se determino la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto curadas a los 7, 14, 21 y 28 días, donde los valores promedios de cada uno fueron. Para la Cantera Pariahuanca a los 07 días: $f'c = 159.94 \text{ kg/cm}^2$, a los 14 días: $f'c = 235.07 \text{ kg/cm}^2$, a los 21 días: $f'c = 248.93 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días: $f'c = 264.30 \text{ kg/cm}^2$. Para la Cantera Tacllan a los 07 días: $f'c = 154.96 \text{ kg/cm}^2$, a

los 14 días: $f'c = 228.79 \text{ kg/cm}^2$, a los 21 días: $f'c = 244.98 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días: $f'c = 259.06 \text{ kg/cm}^2$,

Superando la resistencia de diseño estimada para cada edad de curado.

3. Se determino el módulo de rotura a la flexión de las vigas prismáticas de concreto curadas a los 7, 14, 21 y 28 días, donde los valores promedios de cada uno fueron. Para la Cantera Pariahuanca a los 07 días: $MR = 30.72 \text{ kg/cm}^2$, a los 14 días: $MR = 37.34 \text{ kg/cm}^2$, a los 21 días: $MR = 39.66 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días: $MR = 41.46 \text{ kg/cm}^2$. Para la Cantera Tacllan a los 07 días: $MR = 29.06 \text{ kg/cm}^2$, a los 14 días: $MR = 34.88 \text{ kg/cm}^2$, a los 21 días: $MR = 35.62 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días: $MR = 37.15 \text{ kg/cm}^2$

5.3. Recomendaciones

1. Se recomienda a los profesionales responsables del diseño, construcción y control de calidad de los pavimentos rígidos la aplicación de las correlaciones lineales y potenciales entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión obtenidas en la presente investigación, para poder obtener resultados más precisos y confiables de módulo de rotura para optimizar el diseño, ahorrando tiempo y dinero; de la misma forma en el proceso constructivo garantizar un mejor control de la resistencia de diseño.
2. Se recomienda realizar investigaciones buscando correlacionar la resistencia a la compresión y el módulo de rotura con agregados de otras cuencas y ríos, cuyas características físicas cumplan con los parámetros de las normas técnicas peruanas.
3. Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio, en un laboratorio de materiales que cumpla con las normas de calidad y que cuente con todos los equipos y herramientas calibradas y así garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos.
4. Debido a que las canteras generan grandes cantidades de material se recomienda tamizar el agregado grueso hasta obtener el tamaño máximo del diseño de mezcla y lavar el agregado fino en caso de tener más del 5% en finos. Y se recomienda

realizar las muestras de prueba de concreto hasta obtener el revenimiento propuesto, y así calcular las proporciones finales del diseño de mezcla.

5. Controlar la velocidad de rotura de las muestras de concreto tanto para probetas y vigas, ya que a una velocidad diferente generaría un impacto y variación en los resultados.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima, Perú.
- Aguirre, A., & Vásquez, R. (2021). *Correlación del módulo de rotura y resistencia a la compresión de un concreto para pavimento rígido usando diferentes tipos de agregado grueso y relaciones agua/cemento, Trujillo, 2021"*. Trujillo.
- Becerra, M. (2012). *Tópicos de Pavimentos de Concreto, Diseño, Construcción y Supervisión*. Lima, Perú.
- Cárdenas, E., & Lozano, J. (2016). *Correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con materiales procedentes del río Coello para el control de pavimentos rígidos*. Bogotá.
- Flores, Y., & Mendoza, J. (2020). *Análisis de la correlación del módulo de rotura (m_r) v.s. la resistencia a tracción indirecta (f'_t) y compresión (f'_c) de concreto $f'_c = 280, 300, 350, 420 \text{ kgf/cm}^2$ para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días*. Arequipa.
- García, A. (2016). *Diseño de Pavimento Rígido Método AASTHO 93*.
- Gómez, J. (2013). *Materiales de construcción*. Mexico.
- NTP339.034. (2015). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 19.
- NTP339.047. (2019). Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados.
- NTP339.078. (2012). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 10.
- NTP400.011. (2008). Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).
- NTPE0.60. (2009). Concreto Armado.
- Rivva. (1992). *Diseño de mezclas*.
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima, Perú.
- Robles, R., & Juan, S. (2015). *Evaluación de pavimentos rígidos mediante la determinación de correlaciones entre el módulo de rotura a la flexión y la resistencia a la compresión para el centro poblado San Cristobal de Chupan - Huaraz*. Lima .
- Sánchez, A. A. (2019). *Relación de la resistencia a la compresión y módulo de rotura del concreto hidráulico con presencia de fibras metálicas con materiales del río Barragán*. Bogotá.

Torres, R. (2007). *Análisis comparativo de costos entre el pavimento flexible y el pavimento rígido.*



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Anexo 2. Resultados de los ensayos de laboratorio correspondiente a las propiedades físicas de los agregados.

Anexo 3. Diseños de mezclas.

Anexo 4. Resultados de ensayos de resistencia a la compresión certificado por un laboratorio.

Anexo 5. Resultados de ensayos de resistencia a la flexión certificado por un laboratorio.

Anexo 6. Muestreo de agregados de las canteras Pariahuanca y Tacllan.

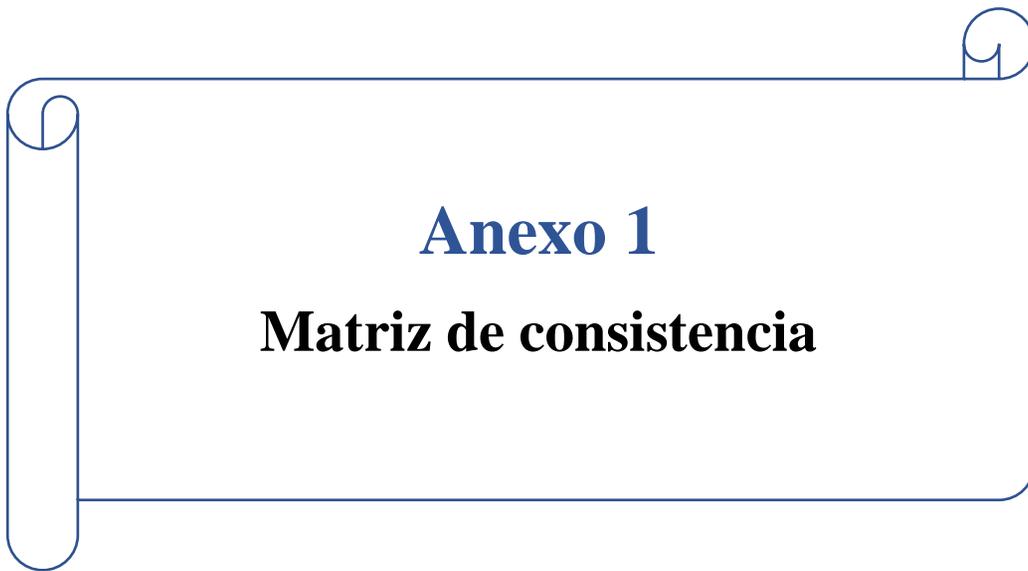
Anexo 7. Ensayos de laboratorio de los agregados.

Anexo 8. Elaboración de probetas cilíndricas y vigas prismáticas de concreto.

Anexo 9. Ensayos de resistencia a la compresión.

Anexo 10. Ensayos de resistencia a la flexión.

Anexo 11. Certificados de calibración de los equipos y herramientas de laboratorio.



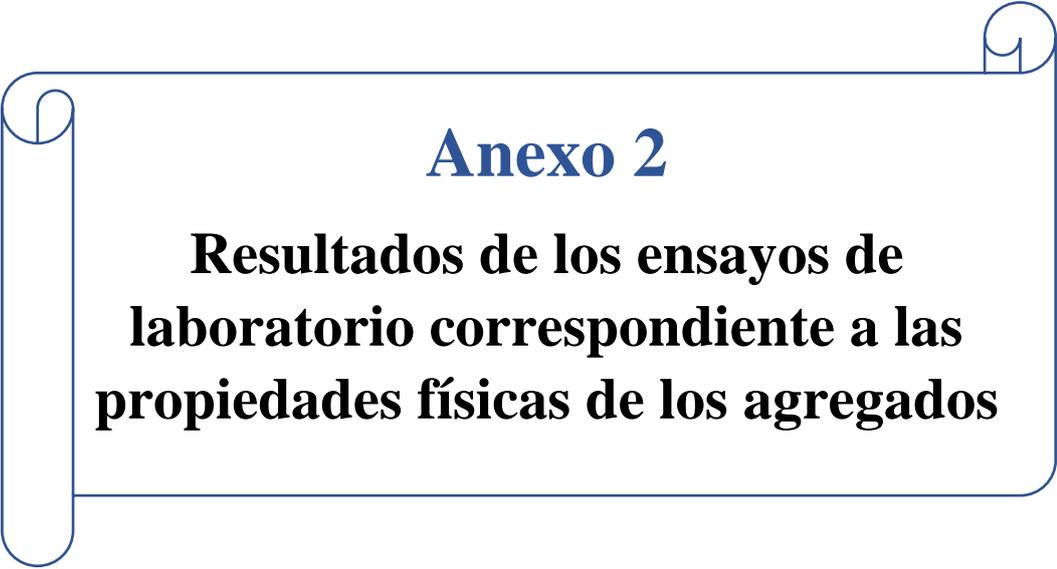
Anexo 1

Matriz de consistencia

TITULO				
“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS”				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE:	Método: Deductivo Orientación: Aplicada Enfoque: Cuantitativo Tipo: Descriptivo - Correlacional Nivel: Descriptivo Diseño: Experimental, Longitudinal. Población: La primera población estaría conformada por el grupo de 48 probetas cilíndricas de concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, por cada cantera con un total de 96 probetas cilíndricas. La segunda población estaría conformada por el grupo de 48 vigas prismáticas de concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, por cada cantera con un total de 96 vigas prismáticas. Muestra: 12 probetas cilíndricas de 15cm de diámetro x 30cm de altura por cada edad de curado de 210 kg/cm^2 Muestras por cantera: 48
¿Cómo la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión optimizan el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos de la ciudad de Huaraz, 2023?	Determinar la correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión para mejorar el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos de la ciudad de Huaraz, 2023.	Existe una correlación positiva alta de la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a la flexión que mejorarán el control de la resistencia de diseño del concreto en pavimentos rígidos de la ciudad de Huaraz, 2023.	Resistencia a la compresión y módulo de rotura a la flexión.	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE:	
¿Cuáles son las características físicas de los agregados y cuál es el diseño de mezcla optimo utilizando el Método del Comité 211 del ACI del concreto para pavimentos rígidos utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca?	Determinar las características físicas de los agregados y el diseño de mezcla utilizando el Método del Comité 211 del ACI del concreto para pavimentos rígidos utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca.	Las características físicas de los agregados cumplen con los parámetros de la N.T.P. y el diseño de mezcla utilizando el Método del Comité 211 del ACI del concreto para pavimentos rígidos controlarán la resistencia de diseño en pavimentos rígidos.	Resistencia de diseño del concreto.	
¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca a los 7, 14, 21 y 28 días de curado?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos mediante ensayos normados utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca a los 7, 14, 21 y 28 días de curado.	La resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, utilizando agregados de las canteras de Tacllán y Pariahuanca superan la resistencia normalizada respectivamente.		

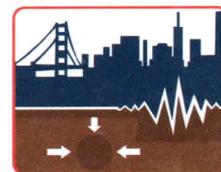
<p>¿Cuál es el módulo de rotura a la flexión del concreto para pavimentos rígidos utilizando agregados de las canteras de Taclán y Pariahuanca a los 7, 14, 21 y 28 días de curado?</p>	<p>Determinar el módulo de rotura a la flexión del concreto para pavimentos rígidos mediante ensayos normados utilizando agregados de las canteras de Taclán y Pariahuanca a los 7, 14, 21 y 28 días de curado.</p>	<p>El módulo de rotura a la flexión del concreto para pavimento rígido a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, utilizando agregados de las canteras de Taclán y Pariahuanca superan la resistencia normalizada respectivamente.</p>		<p>Total: 96</p> <p>12 vigas de sección transversal de 15cm x 15cm por cada edad de curado de 210 kg/cm²</p> <p>Muestras por cantera: 48</p> <p>Total: 96</p> <p>Tipo de muestreo: No probabilístico – Por conveniencia</p> <p>Plan de recolección de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ensayos de laboratorio para los agregados ➤ Diseño de mezclas ➤ Elaboración y curado de probetas cilíndricas y vigas prismáticas ➤ Ensayo de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión ➤ Correlacionar la resistencia a la compresión y el módulo de rotura
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nota. Fuente: Elaboración propia

A decorative border in the shape of a scroll, with a blue outline and rounded corners. It frames the text in the center of the page.

Anexo 2

Resultados de los ensayos de laboratorio correspondiente a las propiedades físicas de los agregados



ENSAYOS DE AGREGADOS

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNASAM

CANTERA : **PARIAHUANCA**

FECHA : **04 / 09 / 2023**

CEMENTO : **Portland Tipo I ASTM C-150**
Peso Específico = 3.13 gr/cm³.

DATOS DEL AGREGADO FINO: Arena Gruesa

MATERIAL QUE PASA MALLA N°200	=	2.97 %
MODULO DE FINEZA	=	2.77
PESO ESPECIFICO	=	2.54 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	5.06 %
ABSORCION	=	2.10 %
PESO SECO SUELTO	=	1622 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1768 Kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO: Piedra Chancada

PESO ESPECIFICO	=	2.66 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	0.31 %
ABSORCION	=	0.82 %
PESO SECO SUELTO	=	1401 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1514 Kg/m ³
PORCENTAJE DESGASTE (<i>Resistencia a la Abrasión</i>)	=	17.50 %

CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



TESISTA	: CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL	CANTERA	: PARIAHUANCA
TESIS	: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"	FECHA	: 04 / 09 / 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

POZO	C-01		C-02	
MUESTRA	MA-01 (Ag. Fino)		MA-01 (Ag. Grueso)	
MATERIAL	ARENA GRUESA		PIEDRA CHANCADA	
FRASCO N°	1	2	3	4
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	893.10	891.60	3393.60	3389.40
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	868.92	867.58	3384.70	3379.60
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	24.18	24.02	8.90	9.80
(4) Pfr (gr)	393.10	391.60	393.60	389.10
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	475.82	475.98	2991.10	2990.50
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	5.08	5.05	0.30	0.33
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	5.06%		0.31%	

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871





CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



Registro
INDECOPI
N° 00131871



TESISTA : CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL	CANTERA : PARIAHUANCA
TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"	ARENA GRUESA
	FECHA : 04 / 09 / 2023

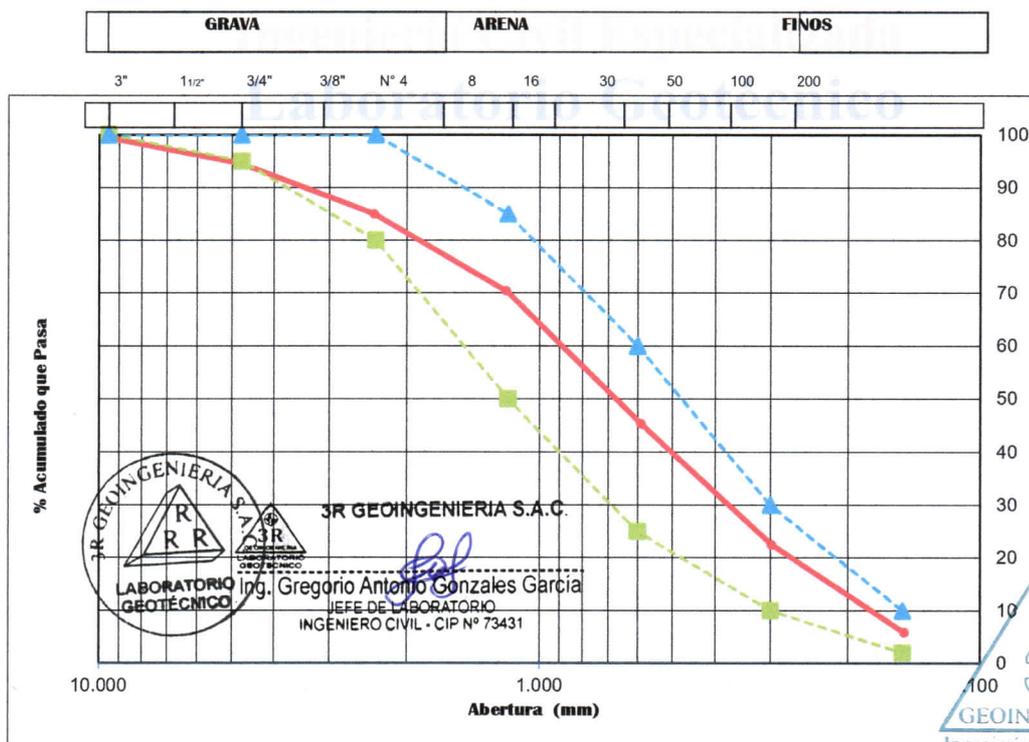
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM C-33

PESO INICIAL SECO : 1,000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 2.97
PESO LAVADO SECO : 970.30 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	5.10	0.51	0.51	99.49
No 4	4.760	50.30	5.03	5.54	94.46
No 8	2.380	94.90	9.49	15.03	84.97
No 16	1.190	146.20	14.62	29.65	70.35
No 30	0.590	250.10	25.01	54.66	45.34
No 50	0.297	228.40	22.84	77.50	22.50
No 100	0.149	166.60	16.66	94.16	5.84
No 200	0.074	28.70	2.87	97.03	2.97
> No 200	0.000	0.00	0.00	97.03	
TOTAL		970.30	97.03		

Nota: Limite máximos de finos = 5%



GRAVA (%) = 5.54

ARENA (%) = 91.49

FINOS (%) = 2.97



CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871



TESISTA : CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL	CANTERA : PARIAHUANCA
TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"	PIEDRA CHANCADA
	FECHA : 04 / 09 / 2023

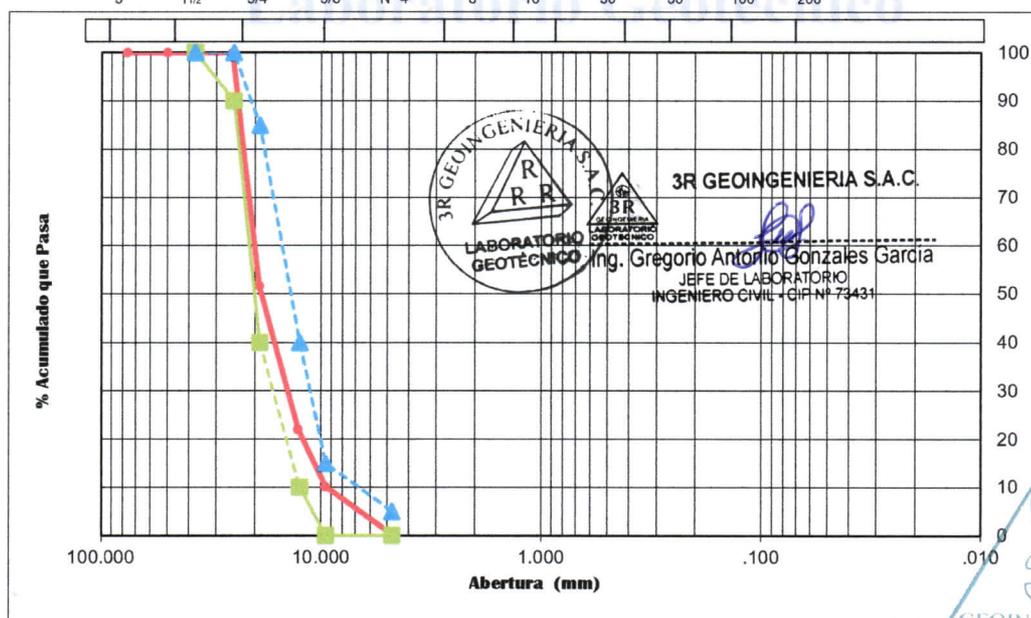
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM C-33

PESO INICIAL SECO :	5,000.30	grs	TAMAÑO MÁXIMO :	3/4"
PESO LAVADO SECO :	4,992.30	grs	% QUE PASA MALLA No 4 :	0.16
			% RETENIDO MALLA 3" :	0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	2422.00	48.44	48.44	51.56
1/2"	12.700	1479.40	29.59	78.02	21.98
3/8"	9.525	592.50	11.85	89.87	10.13
No 4	4.760	498.40	9.97	99.84	0.16
No 8	2.380	0.00	0.00		
No 16	1.190	0.00	0.00		
No 30	0.590	0.00	0.00		
No 50	0.297	0.00	0.00		
No 100	0.149	0.00	0.00		
No 200	0.074	0.00	0.00		
> No 200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		4992.30	99.84		

GRAVA	ARENA	FINOS
-------	-------	-------



GRAVA (%) = 99.84

ARENA (%) = 0.16

FINOS (%) = 0.00



CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



TESISTA	: CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL	CANTERA	: PARIHUANCA
TESIS	: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"	FECHA	: 04 / 09 / 2023

PESO UNITARIO FINO - ARENA GRUESA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	22190.00	22180.00	22180.00	23520.00	23530.00	23580.00
PESO DEL MOLDE	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00
PESO DEL MATERIAL	15040.00	15030.00	15030.00	16370.00	16380.00	16430.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00
PESO UNITARIO	1.622	1.621	1.621	1.766	1.767	1.772
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.622			1.768		

QR 3R



PESO UNITARIO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	20120.00	20130.00	20150.00	21180.00	21170.00	21200.00
PESO DEL MOLDE	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00
PESO DEL MATERIAL	12970.00	12980.00	13000.00	14030.00	14020.00	14050.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00
PESO UNITARIO	1.399	1.400	1.402	1.513	1.512	1.516
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.401			1.514		

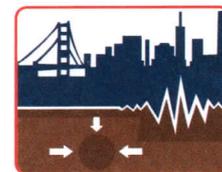
Registro
INDECOPI
N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Dg. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



Registro
INDECORI
N° 00131871



PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION

TESISTA : CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL
TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

CANTERA : PARIAHUANCA

FECHA : 04 / 09 / 2023

Identificación (Agregado Fino)	FINO M-01	FINO M-02
Tamaño Máximo de la muestra	Malla # 4	Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado	Fiola	Fiola
Peso Material Saturado Superficialmente Seca (SSS) =(A)	500.00	500.00
Peso Fiola + agua =(B)	674.40	674.40
Peso fiola + muestra SSS + agua =(C)	982.20	981.10
Peso de material seco en el horno =(D)	489.90	489.50
Volumen de masa + Volumen de vacios (BRUTO) =(E)=(A+B)-C	192.20	193.30
Volumen de masa (NETO) =(F)=E-(A-D)	182.10	182.80
Porcentaje de absorción =(A-D)/D*100	2.06%	2.15%
P.E. Bulk (Base Seca) =D/E	2.55	2.53
P.E. Bulk (Base Saturada) =A/E	2.60	2.59
P.E. Aparente o Relativo (Base seca) =D/F	2.69	2.68

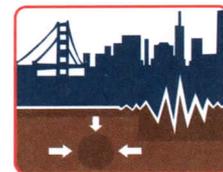
Porcentaje de absorción - Promedio	2.10%
P.E. Bulk (Base Seca) - Promedio =(a)	2.541
P.E. Bulk (Base Saturada) - Promedio =(b)	2.594
P.E. Aparente o Relativo (Base seca) - Promedio =(c)	2.684

Identificación (Agregado Grueso)	GRUESO M-01	GRUESO M-02
Tamaño Máximo de la muestra	3/4"	3/4"
Tipo de Frasco Utilizado	Cesta metalica	Cesta metalica
Peso Material Saturado Superficialmente Seca (aire) =(A)	3171.50	3160.00
Peso Material Saturado Superficialmente Seca (agua) =(B)	1990.15	1978.20
Peso de material seco en el horno =(C)	3146.90	3133.30
Volumen de masa + Volumen de vacios (BRUTO) =(D)= A-B	1181.35	1181.80
Volumen de masa (NETO) =(E)=D-(A-C)	1156.75	1155.10
Porcentaje de absorción =(A-C)/C*100	0.78%	0.85%
P.E. Bulk (Base Seca) =C/D	2.66	2.65
P.E. Bulk (Base Saturada) =A/E	2.74	2.74
P.E. Aparente o Relativo (Base seca) =C/E	2.72	2.71

Porcentaje de absorción - Promedio	0.82%
P.E. Bulk (Base Seca) - Promedio =(a)	2.658
P.E. Bulk (Base Saturada) - Promedio =(b)	2.739
P.E. Aparente o Relativo (Base seca) - Promedio =(c)	2.717

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431

3R GEOINGENIERIA S.A.C.



RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO POR ABRASION ABRASION LOS ANGELES

ASTM - C131 - C535 - AASHTO T-96 - MTC E 207-2000

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

CANTERA : **PARIAHUANCA**

Fecha : **Agosto de 2023**

MUESTRA : **AGREGADO GRUESO**

Técnico : **SJAF**

TAMAÑO MALLA		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS EN GRAMOS						
PASA EL TAMIZ	RETENIDO EN EL TAMIZ	GRADO "A" (12)	GRADO "B" (11)	GRADO "C" (8)	GRADO "D" (6)	GRADO "1" (12)	GRADO "2" (12)	GRADO "3" (12)
3"	2 1/2"					2500gr.±50		
2 1/2"	2"					2500gr.±50		
2"	1 1/2"					5000gr.±50	5000gr.±50	
1 1/2"	1"	1250 gr.±25					5000gr.±25	5000gr.±25
1"	3/4"	1250 gr.±25						5000gr.±25
3/4"	1/2"	1250 gr.±10	2500gr.±10					
1/2"	3/8"	1250 gr.±10	2500gr.±10					
3/8"	No 3			2500gr.±10				
No 3	No 4			2500gr.±10				
No 4	No 8				5000gr.±10			

Nota: Los números entre parentesis indican la cantidad de esfera

IDENTIFICACION CANTERA	: PARIAHUANCA
Muestra	: AGREGADO GRUESO
Clasificación SUCS / AASHTO	---
Peso total de la muestra	5,000.00
Graduación	"B" (11)
Peso Mat/Ret. en la Malla N° 12 (gr)	4,125.00
Peso Material que Pasa Malla N° 12 (gr)	875.00
Porcentaje Desgaste (%)	17.50%

CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



Registro INDECOPI N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Jefe de Laboratorio
Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





ENSAYOS DE AGREGADOS

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL
 TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"
 ENTIDAD : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNASAM
 CANTERA : TACLLAN
 FECHA : 04 / 09 / 2023
 CEMENTO : Portland Tipo I ASTM C-150
 Peso Específico = 3.13 gr/cm³.

DATOS DEL AGREGADO FINO: Arena Gruesa

MATERIAL QUE PASA MALLA N°200	=	2.49 %
MODULO DE FINEZA	=	2.91
PESO ESPECIFICO	=	2.56 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	4.59 %
ABSORCION	=	1.95 %
PESO SECO SUELTO	=	1632 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1764 Kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO: Piedra Chancada 1/2" - 3/4"

PESO ESPECIFICO	=	2.68 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	0.35 %
ABSORCION	=	0.92 %
PESO SECO SUELTO	=	1367 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1513 Kg/m ³
PORCENTAJE DESGASTE (<i>Resistencia a la Abrasión</i>)	=	20.10 %

CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



Registro
INDECOPI
N° 00131871



TESISTA	: CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL	CANTERA	: TACLLAN
TESIS	: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"	FECHA	: 04 / 09 / 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

POZO	C-01		C-02	
MUESTRA	MA-01 (Ag. Fino)		MA-01 (Ag. Grueso)	
MATERIAL	ARENA GRUESA		PIEDRA CHANCADA	
FRASCO N°	1	2	3	4
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	888.10	887.50	3396.70	3390.50
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	866.40	865.30	3387.30	3379.20
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	21.70	22.20	9.40	11.30
(4) Pfr (gr)	388.10	387.50	396.70	390.50
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	478.30	477.80	2990.60	2988.70
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	4.54	4.65	0.31	0.38
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	4.59%		0.35%	

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871



TESISTA : CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL	CANTERA : TACLLAN
TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"	ARENA GRUESA
	FECHA : 04 / 09 / 2023

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM C-33

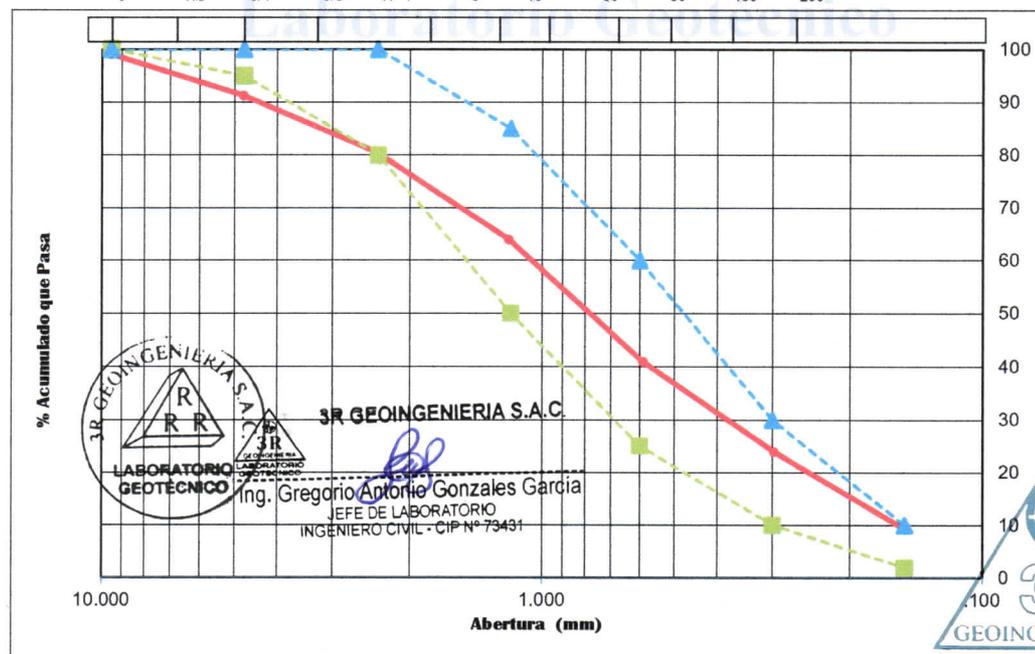
PESO INICIAL SECO : 1,000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 2.49
PESO LAVADO SECO : 975.10 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	10.00	1.00	1.00	99.00
No 4	4.760	78.20	7.82	8.82	91.18
No 8	2.380	107.10	10.71	19.53	80.47
No 16	1.190	166.00	16.60	36.13	63.87
No 30	0.590	229.70	22.97	59.10	40.90
No 50	0.297	170.50	17.05	76.15	23.85
No 100	0.149	147.70	14.77	90.92	9.08
No 200	0.074	65.90	6.59	97.51	2.49
> No 200	0.000	0.00	0.00	97.51	
TOTAL		975.10	97.51		

Nota: Limite máximos de finos = 5%

GRAVA	ARENA	FINOS
-------	-------	-------

3" 1 1/2" 3/4" 3/8" N° 4 8 16 30 50 100 200



GRAVA (%) = 8.82

ARENA (%) = 88.69

FINOS (%) = 2.49



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871



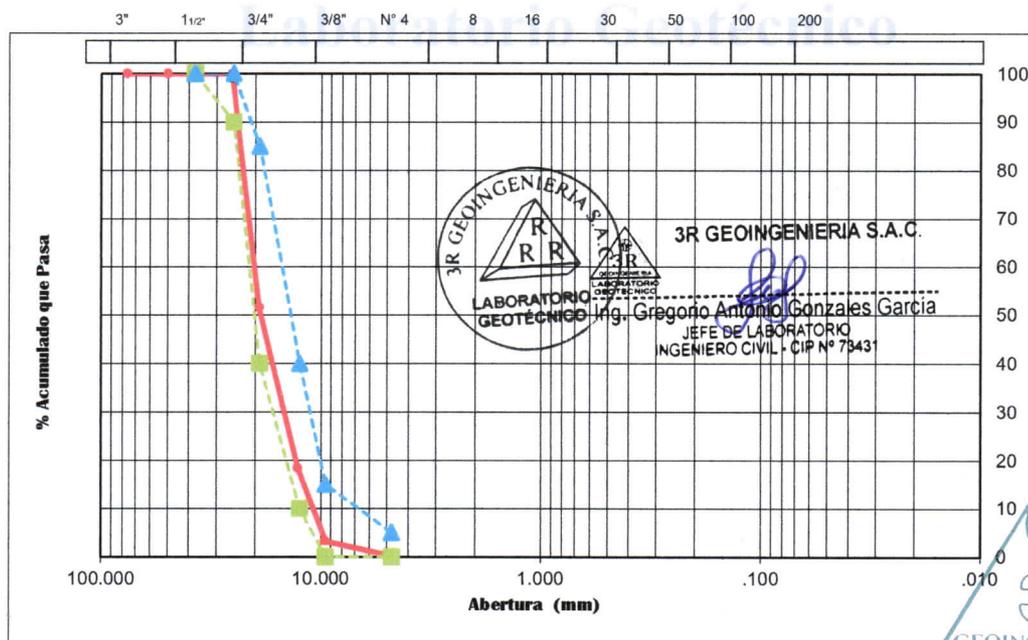
TESISTA : CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL	CANTERA : TACLLAN
TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"	PIEDRA CHANCADA
	FECHA : 04 / 09 / 2023

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM C-33

PESO INICIAL SECO :	5,000.70	grs	TAMAÑO MÁXIMO :	3/4"	
PESO LAVADO SECO :	4,994.40	grs	% QUE PASA MALLA No 4 :	0.13	
			% RETENIDO MALLA 3" :	0.00	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	2427.00	48.53	48.53	51.47
1/2"	12.700	1656.80	33.13	81.66	18.34
3/8"	9.525	758.40	15.17	96.83	3.17
No 4	4.760	152.20	3.04	99.87	0.13
No 8	2.380	0.00	0.00		
No 16	1.190	0.00	0.00		
No 30	0.590	0.00	0.00		
No 50	0.297	0.00	0.00		
No 100	0.149	0.00	0.00		
No 200	0.074	0.00	0.00		
> No 200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		4994.40	99.87		

GRAVA	ARENA	FINOS
-------	-------	-------



GRAVA (%) = 99.87	ARENA (%) = 0.13	FINOS (%) = 0.00
-------------------	------------------	------------------





CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



TESISTA	: CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL	
TESIS	: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"	CANTERA : TACLLAN
		FECHA : 04 / 09 / 2023

PESO UNITARIO FINO - ARENA GRUESA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	22250.00	22310.00	22270.00	23490.00	23530.00	23500.00
PESO DEL MOLDE	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00
PESO DEL MATERIAL	15100.00	15160.00	15120.00	16340.00	16380.00	16350.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00
PESO UNITARIO	1.629	1.635	1.631	1.763	1.767	1.764
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.632			1.764		

QR 3R



PESO UNITARIO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	19870.00	19760.00	19850.00	21180.00	21170.00	21190.00
PESO DEL MOLDE	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00	7150.00
PESO DEL MATERIAL	12720.00	12610.00	12700.00	14030.00	14020.00	14040.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00	9270.00
PESO UNITARIO	1.372	1.360	1.370	1.513	1.512	1.515
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.367			1.513		

Registro
INDECOPI
N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



Registro
INDECOPI
N° 00131871



PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION

TESISTA : CRISTIAN AUGUSTO ELIAS MALLQUI GABRIEL
TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MODULO DE ROTURA A LA FLEXION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

CANTERA : TACLLAN

FECHA : 04 / 09 / 2023

Identificación (Agregado Fino)	FINO M-01	FINO M-02
Tamaño Máximo de la muestra	Malla # 4	Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado	Fiola	Fiola
Peso Material Saturado Superficialmente Seca (SSS) =(A)	500.00	500.00
Peso Fiola + agua =(B)	674.40	674.40
Peso fiola + muestra SSS + agua =(C)	982.90	982.55
Peso de material seco en el horno =(D)	490.20	490.70
Volumen de masa + Volumen de vacios (BRUTO) =(E)= (A+B)-C	191.50	191.85
Volumen de masa (NETO) =(F)=E-(A-D)	181.70	182.55
Porcentaje de absorción =((A-D)/D)*100	2.00%	1.90%
P.E. Bulk (Base Seca) =D/E	2.56	2.56
P.E. Bulk (Base Saturada) =A/E	2.61	2.61
P.E. Aparente o Relativo (Base seca) =D/F	2.70	2.69

Porcentaje de absorción - Promedio	1.95%
P.E. Bulk (Base Seca) - Promedio =(a)	2.559
P.E. Bulk (Base Saturada) - Promedio =(b)	2.609
P.E. Aparente o Relativo (Base seca) - Promedio =(c)	2.693

Identificación (Agregado Grueso)	GRUESO M-01	GRUESO M-02
Tamaño Máximo de la muestra	3/4"	3/4"
Tipo de Frasco Utilizado	Cesta metalica	Cesta metalica
Peso Material Saturado Superficialmente Seca (aire) =(A)	3177.90	3167.60
Peso Material Saturado Superficialmente Seca (agua) =(B)	2000.30	2002.10
Peso de material seco en el horno =(C)	3148.40	3139.40
Volumen de masa + Volumen de vacios (BRUTO) =(D)= A-B	1177.60	1165.50
Volumen de masa (NETO) =(E)=D-(A-C)	1148.10	1137.30
Porcentaje de absorción =((A-C)/C)*100	0.94%	0.90%
P.E. Bulk (Base Seca) =C/D	2.67	2.69
P.E. Bulk (Base Saturada) =A/E	2.77	2.79
P.E. Aparente o Relativo (Base seca) =C/E	2.74	2.76

Porcentaje de absorción - Promedio	0.92%
P.E. Bulk (Base Seca) - Promedio =(a)	2.684
P.E. Bulk (Base Saturada) - Promedio =(b)	2.777
P.E. Aparente o Relativo (Base seca) - Promedio =(c)	2.751



RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO POR ABRASION ABRASION LOS ANGELES

ASTM - C131 - C535 - AASHTO T-96 - MTC E 207-2000

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

CANTERA : **TACLLAN**

Fecha : **Agosto de 2023**

MUESTRA : **AGREGADO GRUESO**

Técnico : **SJAF**

TAMAÑO MALLA		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS EN GRAMOS						
PASA EL TAMIZ	RETENIDO EN EL TAMIZ	GRADO "A" (12)	GRADO "B" (11)	GRADO "C" (8)	GRADO "D" (6)	GRADO "1" (12)	GRADO "2" (12)	GRADO "3" (12)
3"	2 1/2"					2500gr.±50		
2 1/2"	2"					2500gr.±50		
2"	1 1/2"					5000gr.±50	5000gr.±50	
1 1/2"	1"	1250 gr.±25					5000gr.±25	5000gr.±25
1"	3/4"	1250 gr.±25						5000gr.±25
3/4"	1/2"	1250 gr.±10	2500gr.±10					
1/2"	3/8"	1250 gr.±10	2500gr.±10					
3/8"	No 3			2500gr.±10				
No 3	No 4			2500gr.±10				
No 4	No 8				5000gr.±10			

Nota: Los números entre parentesis indican la cantidad de esfera

IDENTIFICACION CANTERA	: TACLLAN
Muestra	: AGREGADO GRUESO
Clasificación SUCS / AASHTO	---
Peso total de la muestra	5,000.00
Graduación	"B" (11)
Peso Mat/Ret. en la Malla N° 12 (gr)	3,995.00
Peso Material que Pasa Malla N° 12 (gr)	1,005.00
Porcentaje Desgaste (%)	20.10%

CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



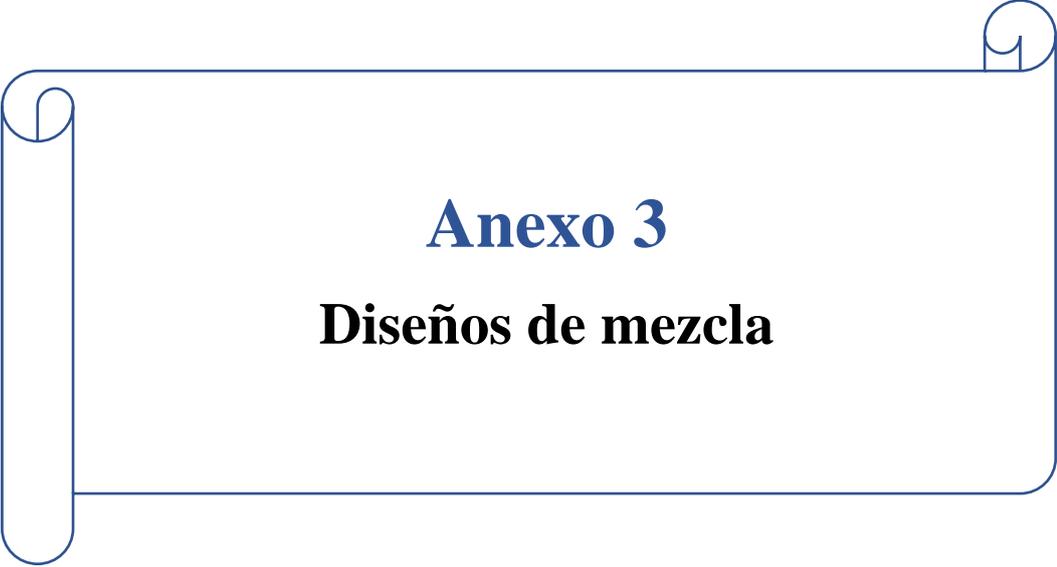
Registro INDECOPI N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





Anexo 3
Diseños de mezcla

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

Arena Gruesa + Piedra Chancada

DISEÑO: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

CANTERA : **PARIAHUANCA**

CEMENTO : **Portland Tipo I ASTM C-150**
Peso Específico = 3.13 gr/cm³.

METODO : **ACI 211.1**

DATOS DEL AGREGADO FINO: Arena Gruesa

MODULO DE FINEZA	=	2.77
PESO ESPECIFICO	=	2.54 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	5.06 %
ABSORCION	=	2.10 %
PESO SECO SUELTO	=	1622 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1768 Kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO: Piedra Chancada 1/2" - 3/4"

PESO ESPECIFICO	=	2.66 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	0.31 %
ABSORCION	=	0.82 %
PESO SECO SUELTO	=	1401 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1514 Kg/m ³

1. RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)

RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)	=	210 Kg/cm ²
Factor de Seguridad	=	85
$f'cr = f'c + \text{Factor de Seguridad}$	=	295 Kg/cm²

2. ELECCIÓN DEL REVENIMIENTO

REVENIMIENTO	=	1 a 3 pulg
--------------	---	------------

3. ELECCIÓN DEL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO

TAMAÑO MAXIMO	=	1 pulg
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	=	3/4 pulg

4. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE AGUA Y CONTENIDO DE AIRE

AGUA DE MEZCLADO	=	195 Kg/m ³
AIRE TOTAL (%)	=	2.00 %

5. SELECCIÓN DE RELACIÓN A/C

RELACION A/C	=	0.524
--------------	---	-------

6. CALCULO DE CONTENIDO DE CEMENTO

CONTENIDO DE CEMENTO	=	372.0 Kg/m ³
CONTENIDO DE CEMENTO	=	8.8 bolsas

7. ESTIMACIÓN CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	=	0.623 m ³
CONTENIDO DE AGREG. GRUESO	=	943.8 Kg.

8. ESTIMACIÓN CONTENIDO DE AGREGADO FINO

VOLUMEN DE CEMENTO	=	0.119 m ³
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	=	0.355 m ³
VOLUMEN DE AGUA	=	0.195 m ³
VOLUMEN DE AIRE	=	0.02 m ³
VOLUMEN DE AGEG. FINO	=	0.311 m ³
CONTENIDO DE AGREG. FINO	=	790.14 Kg.

9. AJUSTE POR HUMEDAD

PESO AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	946.8 Kg.
PESO AGREGADO FINO HUMEDO	=	830.2 Kg.

10 AGUA DE MEZCLA

AGUA EN EL AGREG. GRUESO	=	-4.8 Kg.
AGUA EN EL AGREG. FINO	=	23.4 Kg.
AGUA DE MEZCLADO NETA	=	176.4 Kg.

11 CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO Y PROPORCIONES**DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE:**

<i>Cemento</i>	372.0 Kg. =	8.8	Bolsas
<i>Agregado Grueso</i>	946.8 Kg.		
<i>Agregado Fino</i>	830.2 Kg.		
<i>Agua de Mezclado</i>	176.4 Kg.		

DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE:

<i>Cemento</i>	372.0 Kg. =	8.8	bis =	0.247 m ³
<i>Agregado Grueso</i>	0.674 m ³			
<i>Agregado Fino</i>	0.487 m ³			
<i>Agua de Mezclado</i>	0.176 m ³ =	176.37	Lts.	

PROPORCIÓN EN PESO:

<i>Cemento</i>	<i>Agregado Grueso</i>	<i>Agregado Fino</i>
1.0	2.55	2.23

PROPORCIÓN EN VOLUMEN:

<i>Cemento</i>	<i>Agregado Grueso</i>	<i>Agregado Fino</i>
1.0	2.73	1.97

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

Arena Gruesa + Piedra Chancada

DISEÑO: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

CANTERA : TACLLAN

CEMENTO : Portland Tipo I ASTM C-150
Peso Específico = 3.13 gr/cm³.

METODO : ACI 211.1

DATOS DEL AGREGADO FINO: Arena Gruesa

MODULO DE FINEZA	=	2.91
PESO ESPECIFICO	=	2.56 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	4.59 %
ABSORCION	=	1.95 %
PESO SECO SUELTO	=	1632 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1764 Kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO: Piedra Chancada 1/2" - 3/4"

PESO ESPECIFICO	=	2.68 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	0.35 %
ABSORCION	=	0.92 %
PESO SECO SUELTO	=	1367 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1513 Kg/m ³

1. RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'_{cr})

RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'_c)	=	210 Kg/cm ²
Factor de Seguridad	=	85
$f'_{cr} = f'_c + \text{Factor de Seguridad}$	=	295 Kg/cm ²

2. ELECCIÓN DEL REVENIMIENTO

REVENIMIENTO	=	1 a 3 pulg
--------------	---	------------

3. ELECCIÓN DEL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO

TAMAÑO MAXIMO	=	1 pulg
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	=	3/4 pulg

4. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE AGUA Y CONTENIDO DE AIRE

AGUA DE MEZCLADO	=	197 Kg/m ³
AIRE TOTAL (%)	=	2.00 %

5. SELECCIÓN DE RELACIÓN A/C

RELACION A/C	=	0.529
--------------	---	-------

6. CALCULO DE CONTENIDO DE CEMENTO

CONTENIDO DE CEMENTO	=	372.2 Kg/m ³
CONTENIDO DE CEMENTO	=	8.8 bolsas

7. ESTIMACIÓN CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	=	0.609 m ³
CONTENIDO DE AGREG. GRUESO	=	922.2 Kg.

8. ESTIMACIÓN CONTENIDO DE AGREGADO FINO

VOLUMEN DE CEMENTO	=	0.119 m ³
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	=	0.344 m ³
VOLUMEN DE AGUA	=	0.197 m ³
VOLUMEN DE AIRE	=	0.02 m ³
VOLUMEN DE AGEG. FINO	=	0.320 m ³
CONTENIDO DE AGREG. FINO	=	819.89 Kg.

9. AJUSTE POR HUMEDAD

PESO AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	925.4 Kg.
PESO AGREGADO FINO HUMEDO	=	857.5 Kg.

10. AGUA DE MEZCLA

AGUA EN EL AGREG. GRUESO	=	-5.3 Kg.
AGUA EN EL AGREG. FINO	=	21.7 Kg.
AGUA DE MEZCLADO NETA	=	180.6 Kg.

11. CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO Y PROPORCIONES**DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE:**

<i>Cemento</i>	372.2 Kg. =	8.8	Bolsas
<i>Agregado Grueso</i>	925.4 Kg.		
<i>Agregado Fino</i>	857.5 Kg.		
<i>Agua de Mezclado</i>	180.6 Kg.		

DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE:

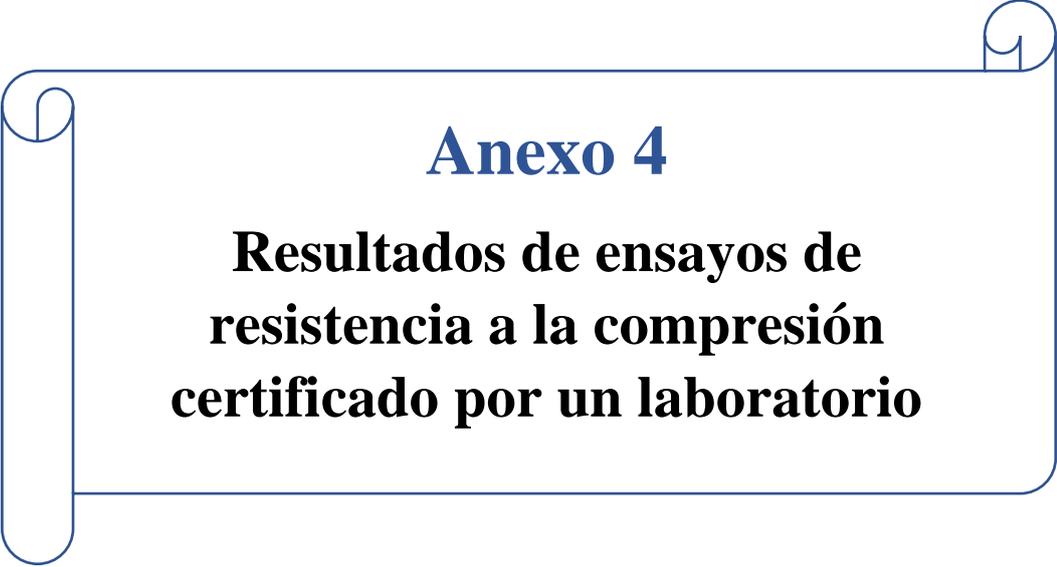
<i>Cemento</i>	372.2 Kg. =	8.8	bls =	0.247 m ³
<i>Agregado Grueso</i>	0.674 m ³			
<i>Agregado Fino</i>	0.502 m ³			
<i>Agua de Mezclado</i>	0.181 m ³ =	180.59	Lts.	

PROPORCIÓN EN PESO:

<i>Cemento</i>	<i>Agregado Grueso</i>	<i>Agregado Fino</i>
1.0	2.49	2.30

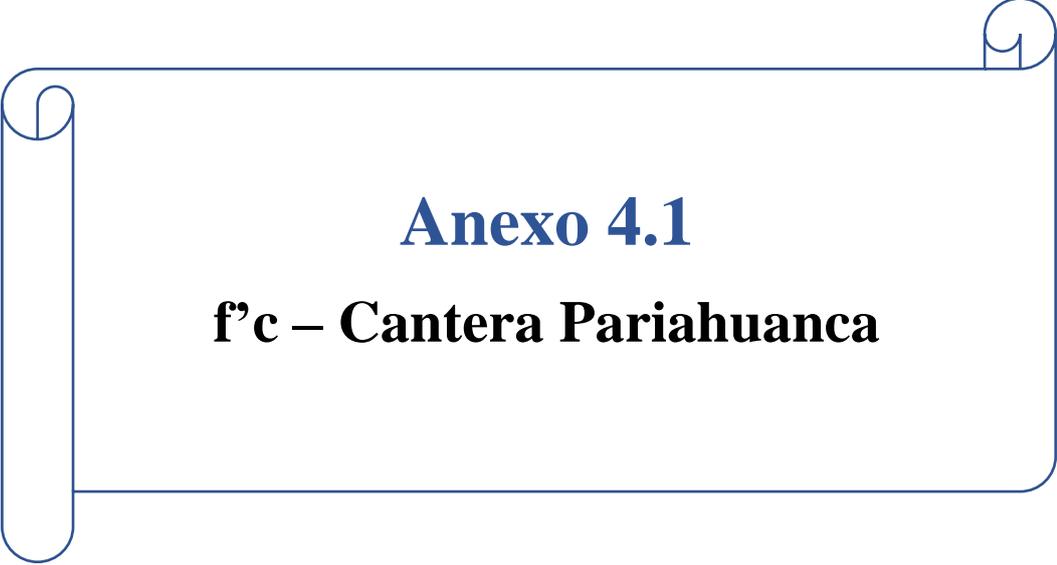
PROPORCIÓN EN VOLUMEN:

<i>Cemento</i>	<i>Agregado Grueso</i>	<i>Agregado Fino</i>
1.0	2.73	2.03

A decorative border resembling a scroll, with a blue outline and rounded corners. The top and bottom edges are slightly curved, and the left and right edges have small circular motifs at the corners, suggesting a rolled-up document.

Anexo 4

**Resultados de ensayos de
resistencia a la compresión
certificado por un laboratorio**

A decorative border in the shape of a scroll, drawn in blue, frames the text. It has a vertical scroll on the left side and a horizontal scroll on the top right side.

Anexo 4.1

f'c – Cantera Pariahuanca



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
1	P - 01 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	29,845.61	176.7	168.89	80%
2	P - 02 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	28,015.16	176.7	158.53	75%
3	P - 03 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	28,645.31	176.7	162.10	77%
4	P - 04 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	29,263.15	176.7	165.60	79%
5	P - 05 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	28,446.31	176.7	160.97	77%
6	P - 06 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	27,594.66	176.7	156.15	74%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briqueetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



Registro INDECOPI N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm2	f'c (Kg/cm2)	%
				MOLDEO	ROTURA					
7	P - 07 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	29,400.34	176.7	166.37	79%
8	P - 08 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	27,634.77	176.7	156.38	74%
9	P - 09 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	28,240.46	176.7	159.81	76%
10	P - 10 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	25,412.12	176.7	143.80	68%
11	P - 11 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	27,101.98	176.7	153.37	73%
12	P - 12 (Pariahuanca)	210	"	06/10/2023	13/10/2023	7	29,565.75	176.7	167.31	80%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briqueetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.

CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



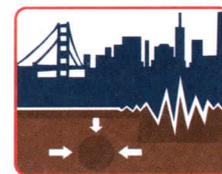
Registro INDECOPI N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm2	f'c (Kg/cm2)	%
				MOLDEO	ROTURA					
13	P - 13 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	40,512.34	176.7	229.25	109%
14	P - 14 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	41,047.27	176.7	232.28	111%
15	P - 15 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	41,003.11	176.7	232.03	110%
16	P - 16 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	42,379.74	176.7	239.82	114%
17	P - 17 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	41,899.69	176.7	237.10	113%
18	P - 18 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	42,256.37	176.7	239.12	114%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briqueetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

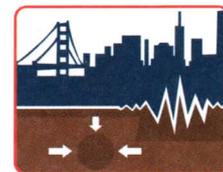


QR 3R



Registro INDECOPI N° 00131871





CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
19	P - 19 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	41,774.55	176.7	236.40	113%
20	P - 20 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	40,917.37	176.7	231.54	110%
21	P - 21 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	42,393.08	176.7	239.90	114%
22	P - 22 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	42,147.57	176.7	238.51	114%
23	P - 23 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	40,477.33	176.7	229.05	109%
24	P - 24 (Pariahuanca)	210	"	13/10/2023	27/10/2023	14	41,680.29	176.7	235.86	112%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briqueetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.

Registro
INDECOPI
N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm2	f'c (Kg/cm2)	%
				MOLDEO	ROTURA					
25	P - 25 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	44,017.11	176.7	249.09	119%
26	P - 26 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	43,906.45	176.7	248.46	118%
27	P - 27 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	43,417.74	176.7	245.69	117%
28	P - 28 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	43,932.38	176.7	248.61	118%
29	P - 29 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	44,459.57	176.7	251.59	120%
30	P - 30 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	42,883.67	176.7	242.67	116%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briqueetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
31	P - 31 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	43,424.39	176.7	245.73	117%
32	P - 32 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	44,163.80	176.7	249.92	119%
33	P - 33 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	45,067.08	176.7	255.03	121%
34	P - 34 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	43,609.64	176.7	246.78	118%
35	P - 35 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	44,123.37	176.7	249.69	119%
36	P - 36 (Pariahuanca)	210	"	27/10/2023	17/11/2023	21	44,871.49	176.7	253.92	121%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briqueetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia

JEFE DE LABORATORIO

INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



Registro INDECOPI N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
37	P - 37 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	47,260.66	176.7	267.44	127%
38	P - 38 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	46,500.82	176.7	263.14	125%
39	P - 39 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	46,064.27	176.7	260.67	124%
40	P - 40 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	47,139.73	176.7	266.76	127%
41	P - 41 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	45,395.07	176.7	256.88	122%
42	P - 42 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	46,941.18	176.7	265.63	126%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briquetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.

CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

BRIQUETA		DISEÑO	SLUMP	FECHA		EDAD	CARGA	AREA	f _c	%
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	f _c /f _c
43	P - 43 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	47,422.37	176.7	268.36	128%
44	P - 44 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	46,963.77	176.7	265.76	127%
45	P - 45 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	46,566.27	176.7	263.51	125%
46	P - 46 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	46,310.39	176.7	262.06	125%
47	P - 47 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	47,991.58	176.7	271.58	129%
48	P - 48 (Pariahuanca)	210	"	04/11/2023	02/12/2023	28	45,902.46	176.7	259.75	124%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briquetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.

CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



Registro INDECOPI N° 00131871



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales García
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both ending in small circular curls.

Anexo 4.2

f'c – Cantera Tacllan



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
1	P - 01 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	27,094.37	176.7	153.32	73%
2	P - 02 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	27,201.27	176.7	153.93	73%
3	P - 03 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	26,906.50	176.7	152.26	73%
4	P - 04 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	27,956.74	176.7	158.20	75%
5	P - 05 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	26,747.49	176.7	151.36	72%
6	P - 06 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	27,324.32	176.7	154.62	74%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briquetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
7	P - 07 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	27,508.28	176.7	155.67	74%
8	P - 08 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	26,740.71	176.7	151.32	72%
9	P - 09 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	27,810.19	176.7	157.37	75%
10	P - 10 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	28,009.62	176.7	158.50	75%
11	P - 11 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	27,163.88	176.7	153.72	73%
12	P - 12 (Tacllan)	210	"	07/10/2023	14/10/2023	7	28,147.24	176.7	159.28	76%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briquetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD

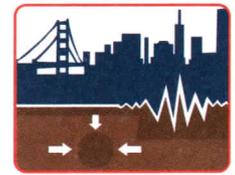


QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm2	f'c (Kg/cm2)	%
				MOLDEO	ROTURA					
13	P - 13 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	39,163.27	176.7	221.62	106%
14	P - 14 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	40,803.18	176.7	230.90	110%
15	P - 15 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	41,900.30	176.7	237.11	113%
16	P - 16 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	40,212.87	176.7	227.56	108%
17	P - 17 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	39,895.34	176.7	225.76	108%
18	P - 18 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	39,712.59	176.7	224.73	107%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briqueetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
19	P - 19 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	42,082.47	176.7	238.14	113%
20	P - 20 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	40,950.27	176.7	231.73	110%
21	P - 21 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	39,956.16	176.7	226.11	108%
22	P - 22 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	40,753.85	176.7	230.62	110%
23	P - 23 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	39,840.33	176.7	225.45	107%
24	P - 24 (Tacllan)	210	"	14/10/2023	28/10/2023	14	39,895.46	176.7	225.76	108%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briquetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia

JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL : CIP N° 73431



CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
25	P - 25 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	42,991.34	176.7	243.28	116%
26	P - 26 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	42,134.74	176.7	238.43	114%
27	P - 27 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	44,364.46	176.7	251.05	120%
28	P - 28 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	44,563.85	176.7	252.18	120%
29	P - 29 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	43,985.29	176.7	248.91	119%
30	P - 30 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	42,199.38	176.7	238.80	114%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briquetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia

JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



Registro
INDECOPI
N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

BRIQUETA		DISEÑO	SLUMP	FECHA		EDAD	CARGA	AREA	f'c	%
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	f'c/fc
31	P - 31 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	43,718.34	176.7	247.40	118%
32	P - 32 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	44,287.28	176.7	250.61	119%
33	P - 33 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	42,478.67	176.7	240.38	114%
34	P - 34 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	43,327.76	176.7	245.18	117%
35	P - 35 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	43,033.19	176.7	243.52	116%
36	P - 36 (Tacllan)	210	"	28/10/2023	18/11/2023	21	42,415.62	176.7	240.02	114%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briquetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.

CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



Registro INDECOPI N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia

JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
37	P - 37 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	44,903.00	176.7	254.10	121%
38	P - 38 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	46,052.00	176.7	260.60	124%
39	P - 39 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	46,988.00	176.7	265.90	127%
40	P - 40 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	45,466.00	176.7	257.28	123%
41	P - 41 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	45,412.00	176.7	256.98	122%
42	P - 42 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	45,593.00	176.7	258.00	123%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briquetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

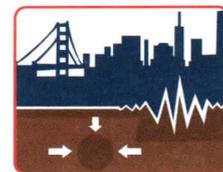


QR 3R



Registro INDECOPI N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **30 cm** Diámetro: **15 cm**

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
43	P - 43 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	46,490.00	176.7	263.08	125%
44	P - 44 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	45,225.00	176.7	255.92	122%
45	P - 45 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	45,031.00	176.7	254.82	121%
46	P - 46 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	46,292.00	176.7	261.96	125%
47	P - 47 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	45,590.00	176.7	257.99	123%
48	P - 48 (Tacllan)	210	"	05/11/2023	03/12/2023	28	46,321.00	176.7	262.12	125%

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Briquetas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.

CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



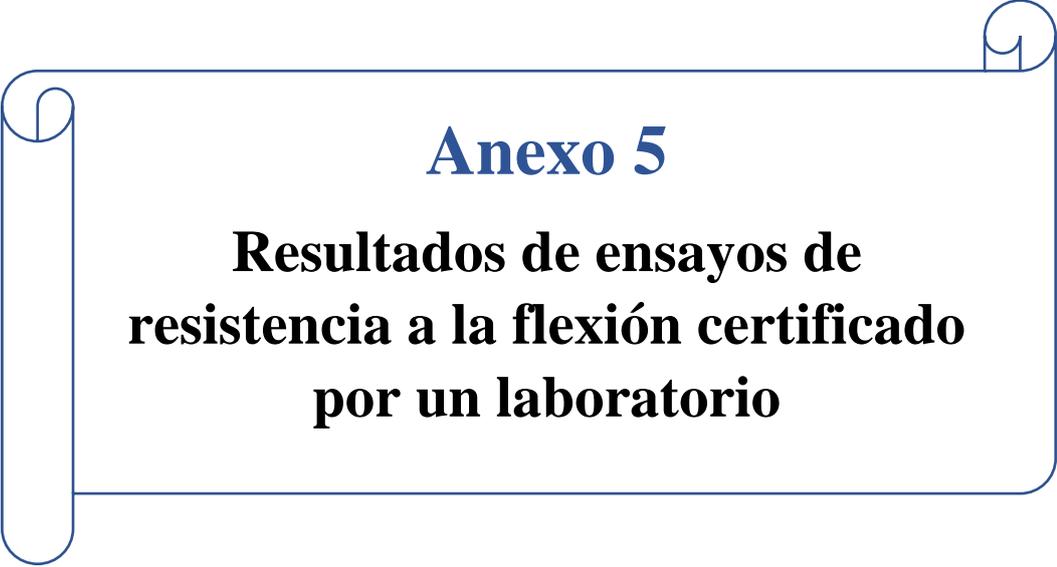
Registro INDECOPI N° 00131871



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

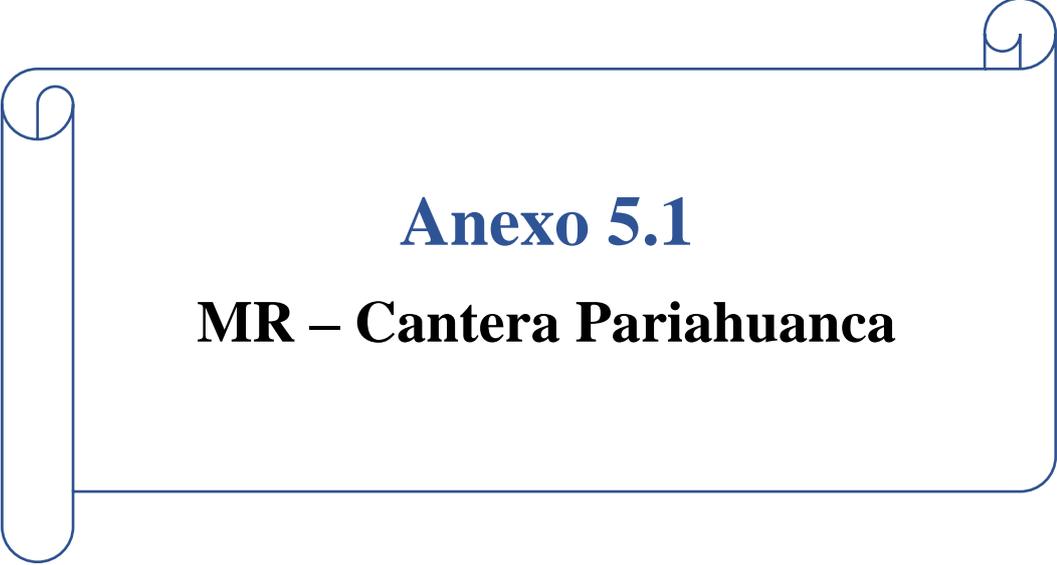
Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73421



A decorative border resembling a scroll, with a blue outline and rounded corners. The top and bottom edges have small circular motifs that look like the ends of a rolled-up document.

Anexo 5

**Resultados de ensayos de
resistencia a la flexión certificado
por un laboratorio**

A decorative border in the shape of a scroll, with a vertical strip on the left side and a horizontal strip at the top. The scroll is outlined in blue and has a small circular detail at the top right corner.

Anexo 5.1

MR – Cantera Pariahuanca



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

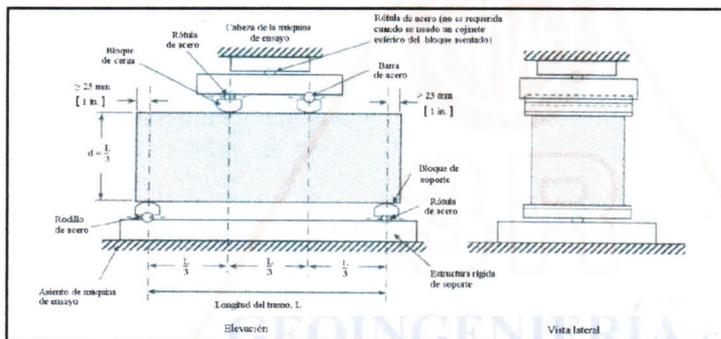
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: 210 Kg/cm² Altura: 15 cm Ancho: 15 cm Longitud: 50 cm



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
1	V - 01 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20225.15	30.55
2	V - 02 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20294.74	30.66
3	V - 03 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20280.33	30.64
4	V - 04 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20356.85	30.75
5	V - 05 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20540.19	31.03
6	V - 06 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20189.74	30.50

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

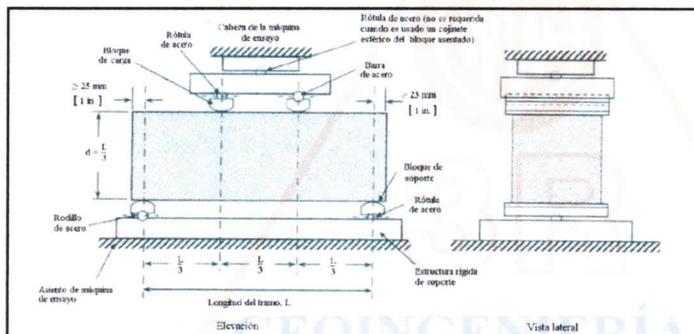
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **15 cm** Ancho: **15 cm** Longitud: **50 cm**



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO	DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura	
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
7	V - 07 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20369.17	30.77
8	V - 08 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20529.28	31.01
9	V - 09 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20422.45	30.85
10	V - 10 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20416.55	30.84
11	V - 11 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20329.74	30.71
12	V - 12 (Pariahuanca)	210	06/10/2023	13/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	20102.19	30.37

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

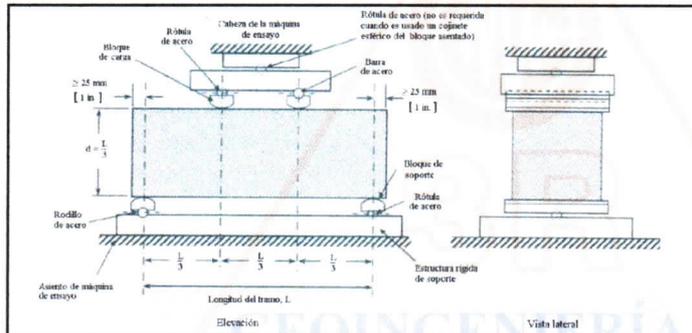
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f'c de Diseño: 210 Kg/cm² Altura: 15 cm Ancho: 15 cm Longitud: 50 cm



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f'c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
13	V - 13 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	24264.25	36.66
14	V - 14 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	24865.74	37.56
15	V - 15 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	24927.37	37.66
16	V - 16 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	24718.15	37.34
17	V - 17 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	24631.11	37.21
18	V - 18 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	24365.37	36.81

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431

Registro INDECOPI N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

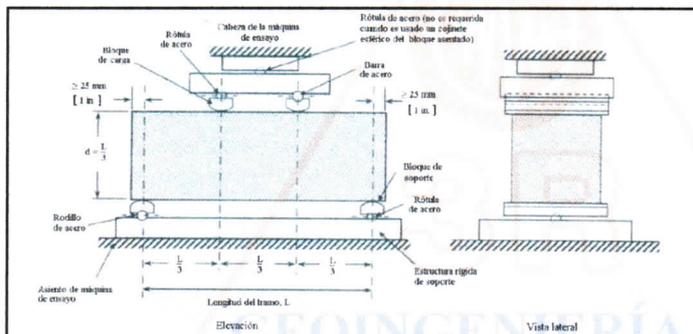
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: 210 Kg/cm² Altura: 15 cm Ancho: 15 cm Longitud: 50 cm



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
19	V - 19 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	24266.67	36.66
20	V - 20 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	25283.59	38.20
21	V - 21 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	25058.66	37.86
22	V - 22 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	24640.19	37.22
23	V - 23 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	24213.54	36.58
24	V - 24 (Pariahuanca)	210	13/10/2023	27/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	25348.83	38.29

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



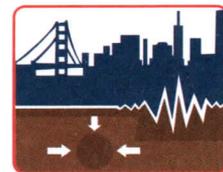
QR 3R



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

REGISTRADO
GREGORIO ANTONIO GONZALES GARCIA
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

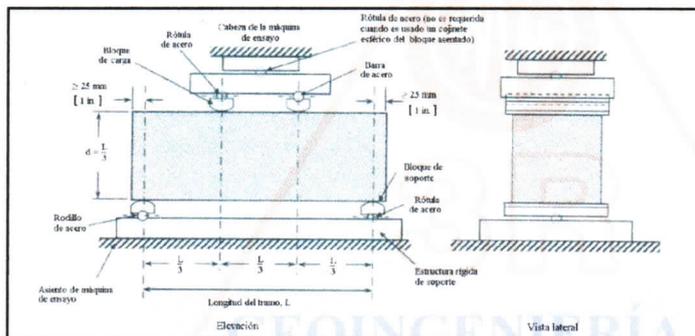
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **15 cm** Ancho: **15 cm** Longitud: **50 cm**



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
25	V - 25 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26044.40	39.34
26	V - 26 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26263.48	39.68
27	V - 27 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26211.67	39.60
28	V - 28 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26457.38	39.97
29	V - 29 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26311.77	39.75
30	V - 30 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26400.29	39.88

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERIA S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431
 Gregorio Antonio Gonzales Garcia

Registro INDECOPI N° 0013187





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

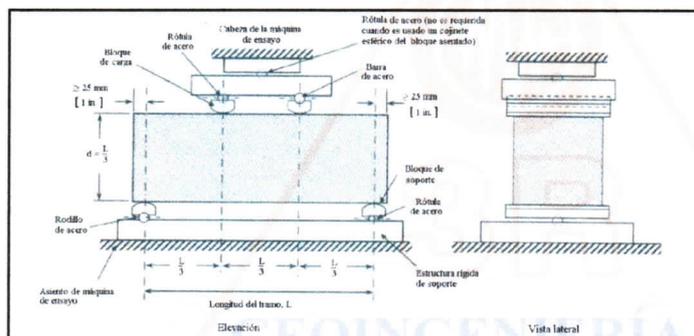
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: 210 Kg/cm² Altura: 15 cm Ancho: 15 cm Longitud: 50 cm



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
31	V - 31 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26241.87	39.64
32	V - 32 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26491.55	40.02
33	V - 33 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26262.67	39.67
34	V - 34 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26174.29	39.54
35	V - 35 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26003.49	39.28
36	V - 36 (Pariahuanca)	210	27/10/2023	17/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	26157.99	39.52

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



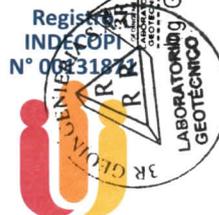
CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERIA S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

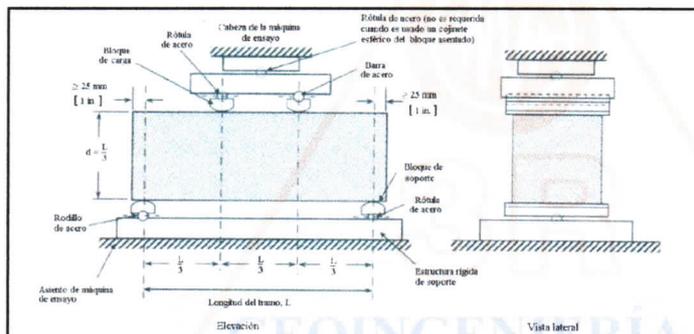
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **15 cm** Ancho: **15 cm** Longitud: **50 cm**



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
37	V - 37 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27424.31	41.43
38	V - 38 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27364.40	41.34
39	V - 39 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27476.76	41.51
40	V - 40 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27725.41	41.88
41	V - 41 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27685.24	41.82
42	V - 42 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27450.62	41.47

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.

3R
Ingeniería Civil Especializada
Laboratorio Geotécnico

CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431

Registre
INDECOPI
N° 001871871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

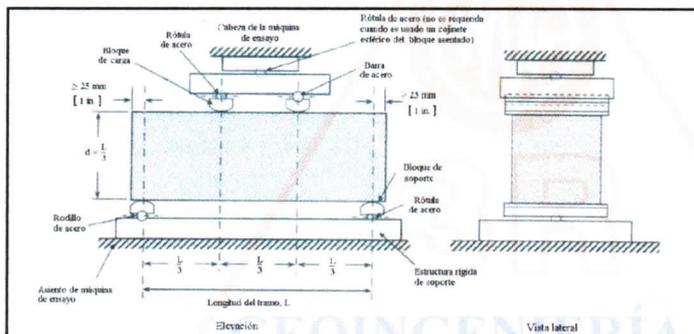
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: 210 Kg/cm² Altura: 15 cm Ancho: 15 cm Longitud: 50 cm



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
43	V - 43 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27329.88	41.29
44	V - 44 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27083.46	40.91
45	V - 45 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27055.59	40.87
46	V - 46 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27582.08	41.67
47	V - 47 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27533.13	41.59
48	V - 48 (Pariahuanca)	210	04/11/2023	02/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	27625.67	41.73

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431

Registro INDECOPI N° 00131871





Anexo 5.2
MR – Cantera Tacllan



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

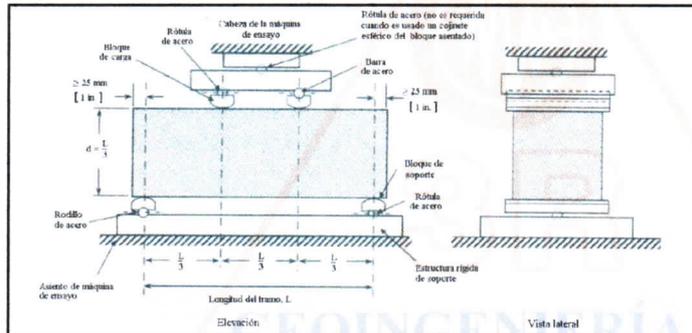
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: 210 Kg/cm² Altura: 15 cm Ancho: 15 cm Longitud: 50 cm



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
1	V - 01 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19095.33	28.85
2	V - 02 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19456.04	29.39
3	V - 03 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19000.85	28.70
4	V - 04 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19271.64	29.11
5	V - 05 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19178.39	28.97
6	V - 06 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19080.44	28.82

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

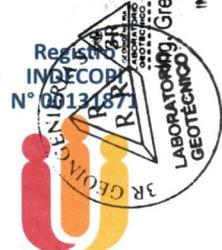


QR 3R



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

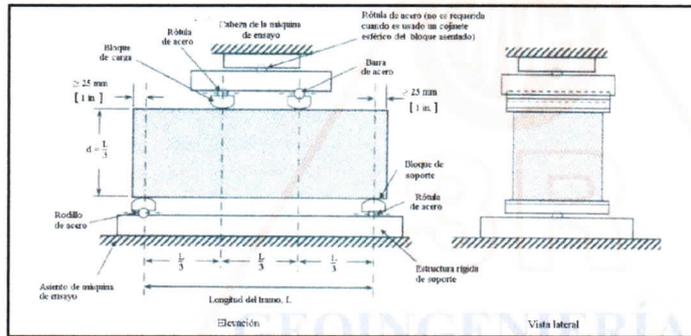
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f'c de Diseño: 210 Kg/cm² Altura: 15 cm Ancho: 15 cm Longitud: 50 cm



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f'c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
7	V - 07 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19442.17	29.37
8	V - 08 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19190.49	28.99
9	V - 09 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19449.37	29.38
10	V - 10 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19261.22	29.10
11	V - 11 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19318.03	29.18
12	V - 12 (Tacllan)	210	07/10/2023	14/10/2023	7	150.0	150.0	500.0	19063.28	28.80

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales García
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431

Registro INDECOPI N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

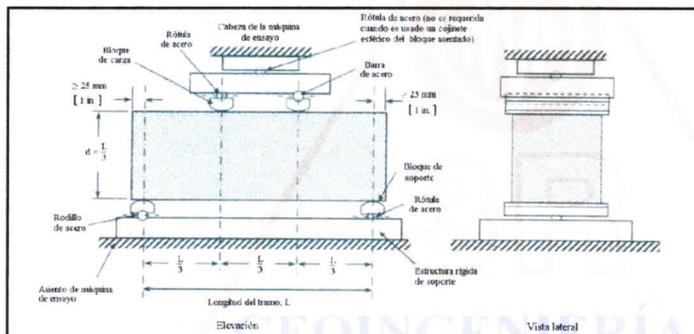
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **15 cm** Ancho: **15 cm** Longitud: **50 cm**



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f'c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
13	V - 13 (Tacllan)	210	14/10/2023	28/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	23484.01	35.48
14	V - 14 (Tacllan)	210	14/10/2023	28/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	23546.38	35.57
15	V - 15 (Tacllan)	210	14/10/2023	28/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	23367.55	35.30
16	V - 16 (Tacllan)	210	14/10/2023	28/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	22723.37	34.33
17	V - 17 (Tacllan)	210	14/10/2023	28/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	22980.49	34.72
18	V - 18 (Tacllan)	210	14/10/2023	28/10/2023	14	150.0	150.0	500.0	22869.64	34.55

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.

CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERIA S.A.C

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia

JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431

Registro INDECOP N° 0018187





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

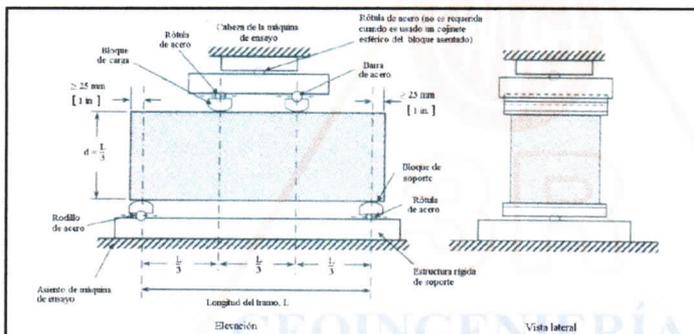
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **15 cm** Ancho: **15 cm** Longitud: **50 cm**



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
25	V - 25 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	23509.07	35.51
26	V - 26 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	23581.37	35.62
27	V - 27 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	23671.28	35.76
28	V - 28 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	23528.67	35.54
29	V - 29 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	23726.94	35.84
30	V - 30 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	500.0	23703.67	35.81

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales García
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

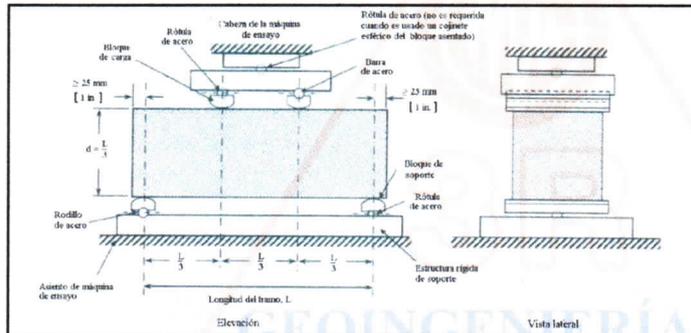
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **15 cm** Ancho: **15 cm** Longitud: **50 cm**



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO	DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
31	V - 31 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	23510.22	35.52
32	V - 32 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	23506.44	35.51
33	V - 33 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	23577.94	35.62
34	V - 34 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	23675.91	35.77
35	V - 35 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	23401.08	35.35
36	V - 36 (Tacllan)	210	28/10/2023	18/11/2023	21	150.0	150.0	23558.17	35.59

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



CERTIFICADO
ISO 9001
SISTEMA DE
GESTIÓN DE
CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431

Registro
INDECOP
N° 00131871





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

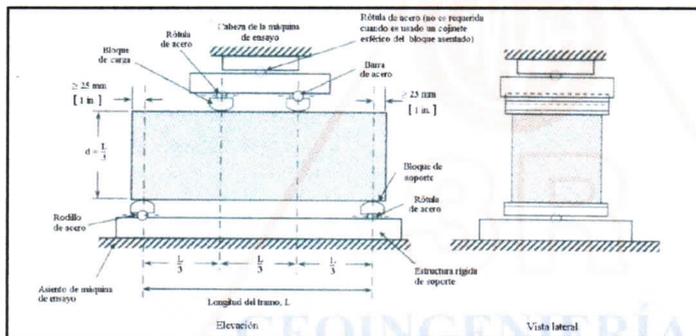
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f_c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **15 cm** Ancho: **15 cm** Longitud: **50 cm**



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f _c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
37	V - 37 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24984.27	37.74
38	V - 38 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24540.18	37.07
39	V - 39 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24311.08	36.73
40	V - 40 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24693.77	37.30
41	V - 41 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24586.74	37.14
42	V - 42 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24235.29	36.61

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión.
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



CERTIFICADO ISO 9001 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



QR 3R



3R GEOINGENIERIA S.A.C

Ing. Gregorio Antonio Gonzales Garcia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - CIP N° 73431

Registro INDECOPI N° 00131874





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Norma MTC E709 - NTP 339.078

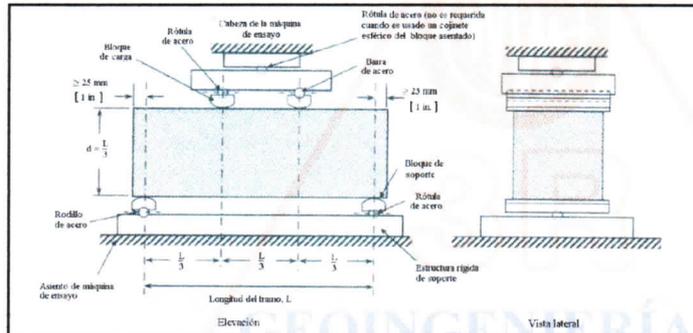
INFORME N° 320-2023-3R-LG

TESISTA : BACH. MALLQUI GABRIEL CRISTIAN AUGUSTO ELIAS

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ROTURA A LA FLEXIÓN PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO EN PAVIMENTOS RIGIDOS"

ENTIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNASAM

f'c de Diseño: **210 Kg/cm²** Altura: **15 cm** Ancho: **15 cm** Longitud: **50 cm**



$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

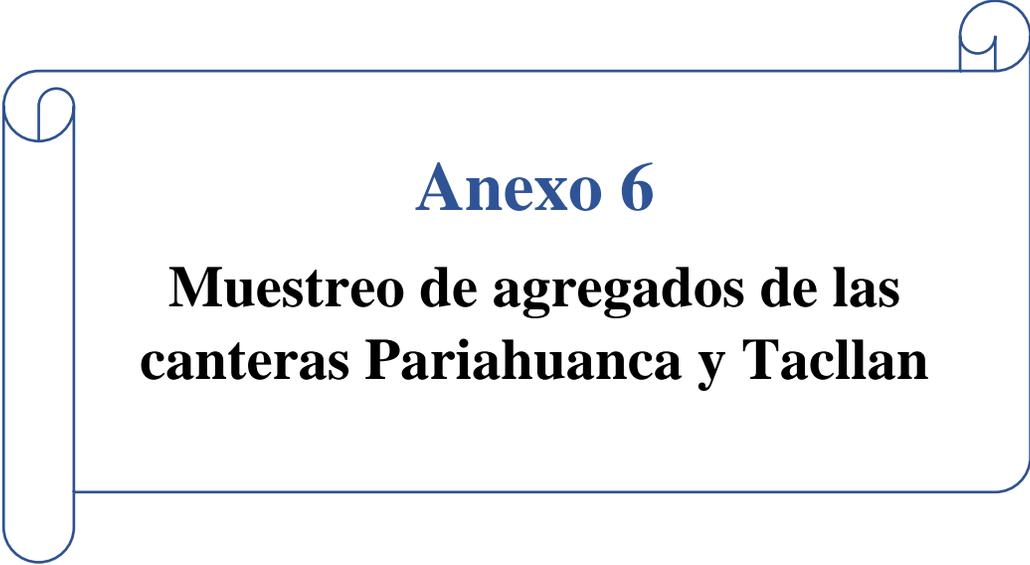
VIGA DE CONCRETO		DISEÑO f'c	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Módulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Kg/cm ²)
43	V - 43 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24765.58	37.41
44	V - 44 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24523.01	37.05
45	V - 45 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24773.39	37.42
46	V - 46 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24736.67	37.37
47	V - 47 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24516.79	37.04
48	V - 48 (Tacllan)	210	05/11/2023	03/12/2023	28	150.0	150.0	500.0	24458.13	36.95

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: F-30200-001 RO - LABORATORIO DE METROLOGIA PINZUAR S.A.S. (ACREDITADO: ISO/IEC 17025-2017)

OBSERVACIONES:

- Las Vigas de Concreto fueron traídos por el solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Flexión
- Los datos para el certificado han sido proporcionados por el solicitante.
- La interpretación de los resultados del presente certificado, son de responsabilidad del solicitante.



A decorative border resembling a scroll, with a blue outline and rounded corners. The top and bottom edges are slightly curved, and there are small circular motifs at the corners.

Anexo 6

**Muestreo de agregados de las
canteras Pariahuanca y Tacllan**



Foto 1: Ubicación de la cantera Pariahuanca



Foto 2: Muestreo del agregado grueso de la cantera Pariahuanca



Foto 3: Muestreo del agregado fino de la cantera Pariahuanca



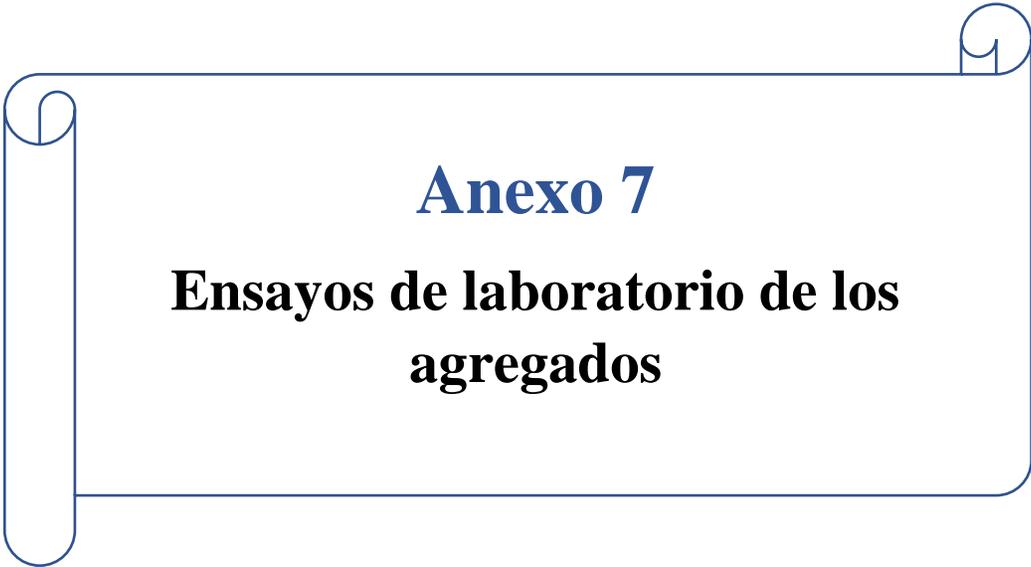
Foto 4: Ubicación de la cantera Tacllan



Foto 5: Muestreo del agregado grueso de la cantera Tacllan



Foto 6: Muestreo del agregado fino de la cantera Tacllan

A decorative border resembling a scroll, with a blue outline and rounded corners. The scroll is open at the top and bottom, with the top edge curving upwards and the bottom edge curving downwards. The text is centered within the scroll.

Anexo 7

Ensayos de laboratorio de los agregados



Foto 7: Peso del agregado fino, para el cálculo de la humedad



Foto 8: Peso del agregado grueso, para el cálculo de la humedad



Foto 9: Peso seco de agregados, para el cálculo de la humedad



Foto 10: Peso del agregado fino, para el cálculo de la humedad



Foto 11: Peso del agregado grueso, para el cálculo de la humedad



Foto 12: Peso seco de agregados, para el cálculo de la humedad



Foto 13: Lavado del agregado fino



Foto 14: Lavado del agregado grueso

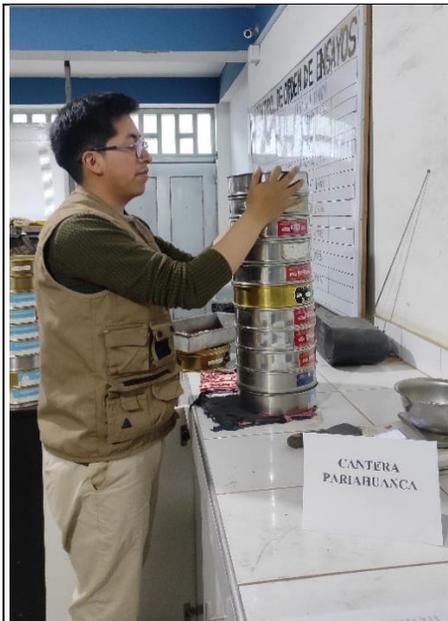


Foto 15: Tamizado del agregado fino



Foto 16: Granulometría del agregado fino



Foto 17: Tamizado del agregado grueso



Foto 18: Granulometría del agregado grueso



Foto 19: Compactación del agregado fino



Foto 20: Enrasado del agregado fino compactado



Foto 21: Compactación del agregado grueso



Foto 22: Enrasado del agregado grueso compactado



Foto 23: Saturación por 24hrs de los agregados, para el cálculo del peso específico



Foto 24: Saturación por 24hrs de los agregados, para el cálculo de la absorción



Foto 25: Agregado fino en estado saturado superficialmente seca

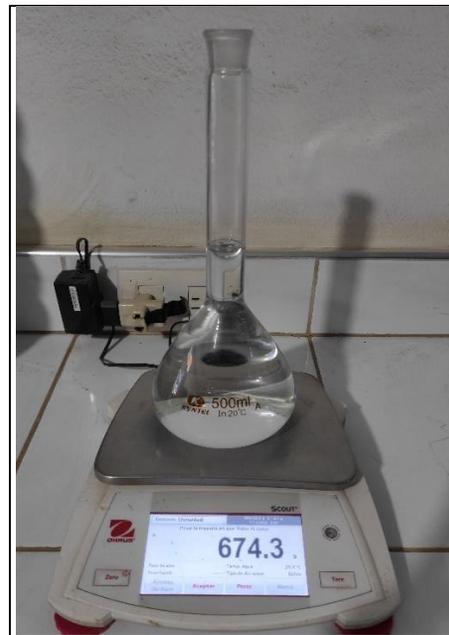


Foto 26: Pesaje del picnómetro con agua hasta la marca



Foto 27: Eliminación de burbujas de aire de manera manual



Foto 28: Pesaje del picnómetro más la muestra sin burbujas de aire



Foto 29: Secado superficial del agregado grueso con un paño



Foto 30: Secado superficial del agregado grueso con un paño



Foto 31: Pesaje de la muestra sumergida en una cesta metálica

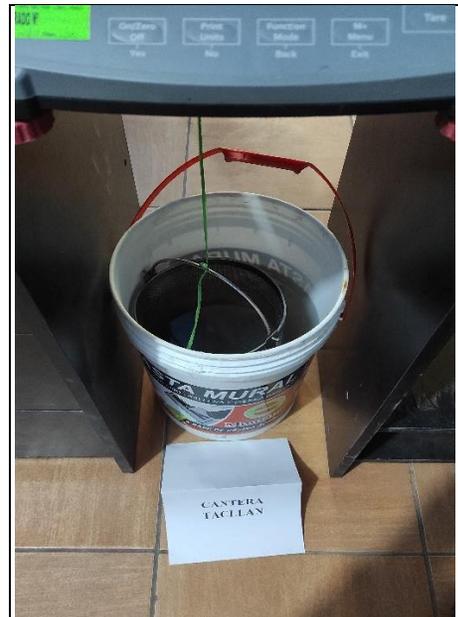


Foto 32: Pesaje de la muestra sumergida en una cesta metálica



Foto 33: Ensayo de abrasión del agregado grueso

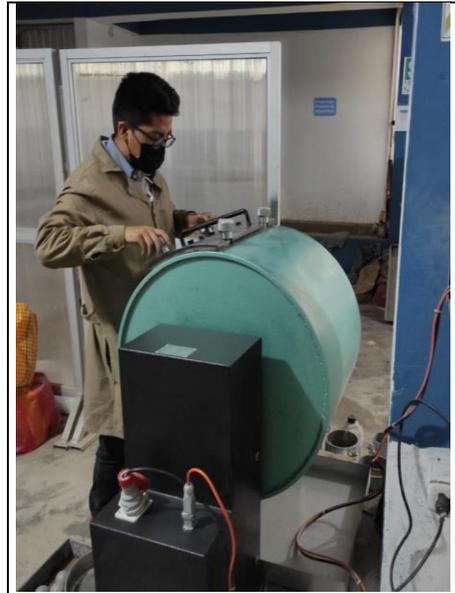
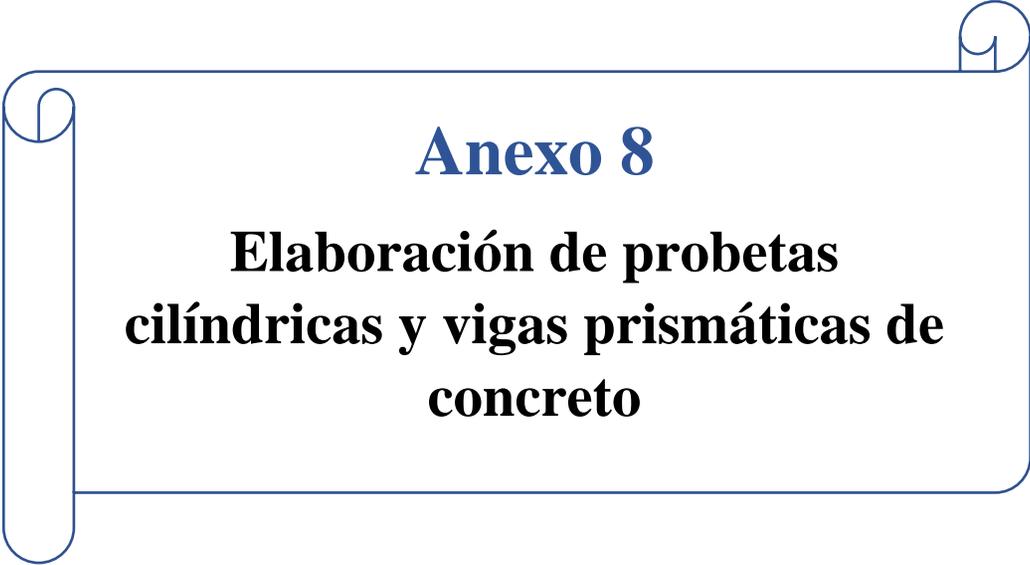


Foto 34: Ensayo de abrasión del agregado grueso

A decorative border resembling a scroll, with a blue outline and rounded corners. The top and bottom edges are slightly curved, and the left and right edges have small circular motifs at the corners, suggesting a rolled-up document.

Anexo 8

**Elaboración de probetas
cilíndricas y vigas prismáticas de
concreto**



Foto 35: Pesado del agregado fino según el diseño de mezcla



Foto 36: Pesado del agregado grueso según el diseño de mezcla



Foto 37: Engrasar el molde metálico para las probetas



Foto 38: Engrasar el molde metálico para las vigas



Foto 39: Mezclado de los materiales en la mezcladora



Foto 40: Vaciado de la mezcla de prueba



Foto 41: Prueba del cono de Abrams

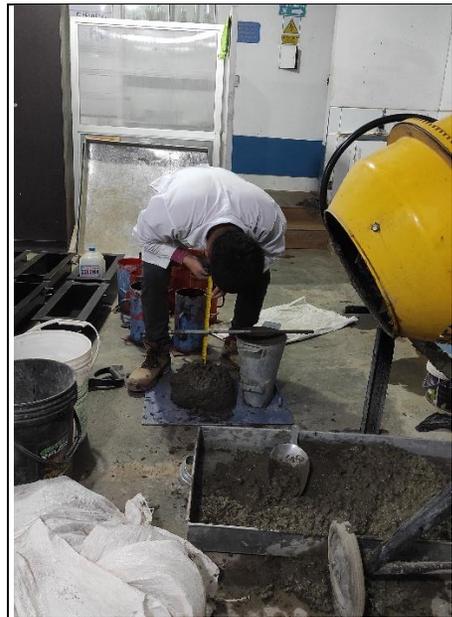


Foto 42: Medición del slump, no cumple con el diseño



Foto 43: Prueba del cono de
Abrams final



Foto 44: Medición del slump,
cumple con el diseño



Foto 45: Mezclado de los
materiales en la mezcladora



Foto 46: Mezclado de los
materiales en la mezcladora



Foto 47: Mezclado de los materiales en la mezcladora



Foto 48: Mezclado de los materiales en la mezcladora



Foto 49: Desencofrado de las probetas y vigas de concreto

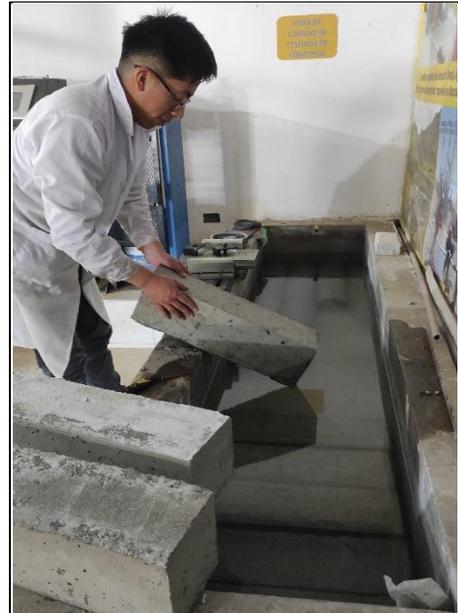


Foto 50: Curado de las probetas y vigas de concreto



Foto 51: Desencofrado de las probetas y vigas de concreto



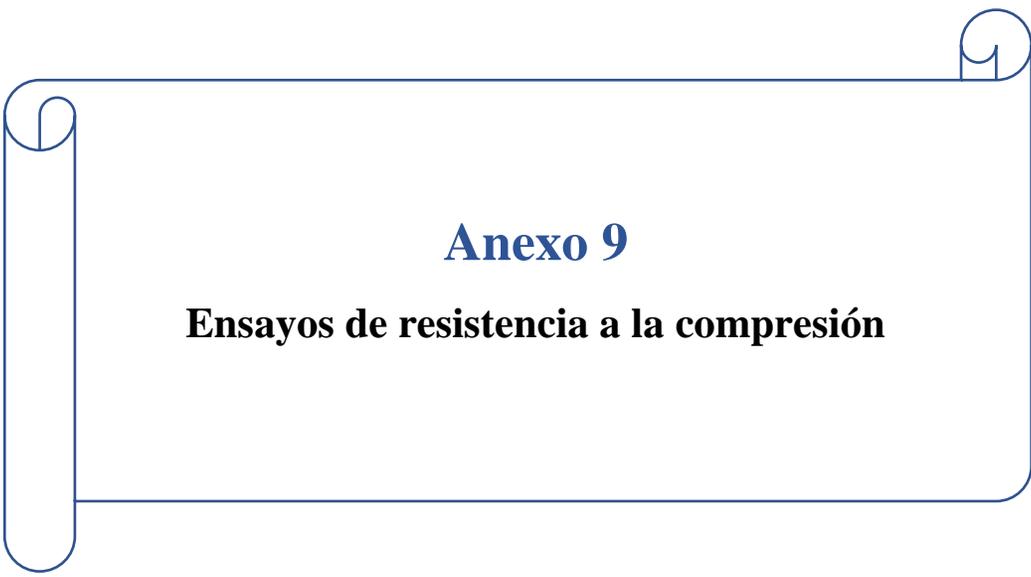
Foto 52: Desencofrado de las probetas y vigas de concreto



Foto 53: Curado de las probetas y vigas de concreto



Foto 54: Curado de las probetas y vigas de concreto

A decorative border in the shape of a scroll, drawn with a thin blue line. It features a vertical scroll on the left side and a horizontal scroll on the top right side, framing the central text.

Anexo 9

Ensayos de resistencia a la compresión

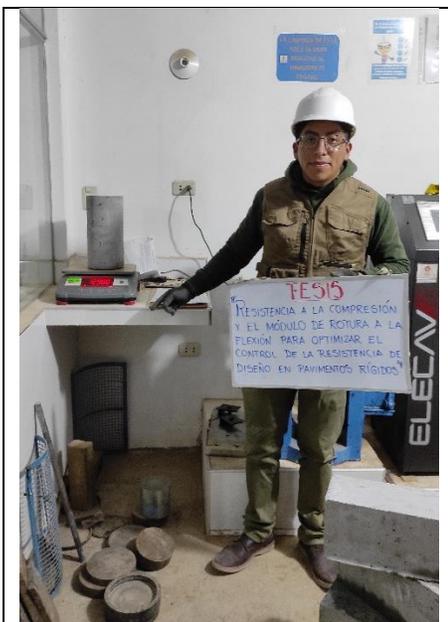


Foto 55: Pesado de las probetas cilíndricas de concreto



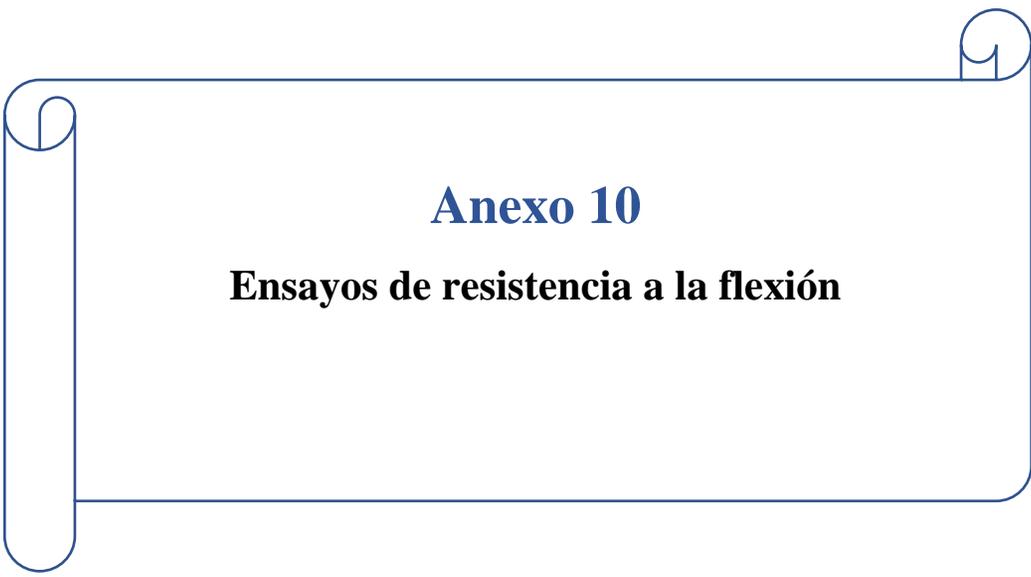
Foto 56: Colocación de las probetas en la máquina de rotura.



Foto 57: Fallo a compresión de las probetas



Foto 58: Ensayo de resistencia a la compresión

A decorative border in the shape of a scroll, drawn with a thin blue line. It features rounded corners and small circular motifs at the top and bottom edges, resembling the ends of a rolled-up document.

Anexo 10

Ensayos de resistencia a la flexión



Foto 59: Señalización a los tercios de la viga de concreto



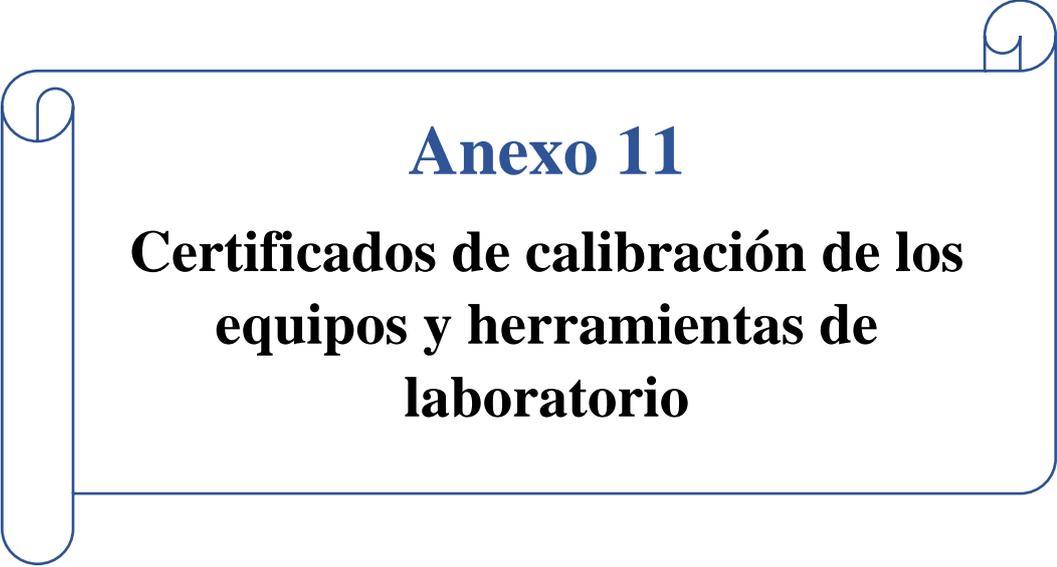
Foto 60: Colocación de las vigas en el dispositivo de flexión



Foto 61: Fallo a flexión de las vigas



Foto 62: Ensayo de resistencia a la flexión

A decorative border in the shape of a scroll, with a blue outline and rounded corners. The scroll is open at the top and bottom, and has a small circular detail at the top right corner.

Anexo 11

**Certificados de calibración de los
equipos y herramientas de
laboratorio**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CL-825-2022

Expediente : S-0371-2022
Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C
Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA
Instrumento de Medición : CONO DE ABSORCIÓN Y PISÓN
Marca : METROTEST
Modelo : MS-55
Serie : 151
Identificación : NO INDICA
Procedencia : PERU
Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 Ingeniería & Metrología
Fecha de Calibración : 2022-11-21
Fecha de Emisión : 2022-11-22

Método de Calibración Empleado

Tomando como referencia el MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (EM 2000) "GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS MTC E 205 - 2000 "

Resultados de las Mediciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	21.2°C	21.4°C
Humedad Relativa	54%	55%

Observaciones:

- El resultado de cada medición es de un promedio de 3 lecturas
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.


 Luigi Asenjo
 Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-825-2022

Página 2 de 2

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de referencia	Pie de rey	1AD-0957-2022
Patron de referencia	Balanza digital	CM-002-2022

RESULTADOS DE MEDICION:

CONO DE ABSORCIÓN

Diametro interior base menor (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitidos (mm)
40.49	0.03	37,0 a 43,0
Diametro interior base mayor (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitidos (mm)
88.25	0.03	87,0 a 93,0
Altura promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitidos (mm)
72.00	0.03	72,0 a 78,0

PISÓN

peso (g)	Incertidumbre (g)	Desviación mínima y máximo permitidos (g)
346.99	0.05	325,0 a 355,0
Diametro superficie circular (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitidos (mm)
25.35	0.03	22,00 a 28,00
Altura promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitidos (mm)
40.46	0.03	37,00 a 43,00


 Luigi Asenjo
 Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343



ventasag4ingenieria@gmail.com



www.ag4ingenieria.com

961 739 849



ventas@ag4im.com

955 851 191



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CL-828-2022

Expediente : S-0371-2022

Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C

Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA

Instrum. de Medición : TAMIZ

Marca : FORNEY

Modelo : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Identificación : T-3F

N° Tamiz : 3"

Procedencia : Estados Unidos

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA

Fecha de Calibración : 2022-11-21

Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	19.9°C	20.2°C
Humedad Relativa	54%	54%

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-828-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Reticula Micrometrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 203.78 mm

ALTURA INTERNA : 45.53 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm	INCERTIDUMBRE (μ m)
HORIZONTAL	75	74.77	-0.23	2.00	10.5
VERTICAL		74.23	-0.78	2.78	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (μ m)
HORIZONTAL	6.30	5.71	-0.59	0.90	10.5
VERTICAL		5.69	-0.61	0.90	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.


Luigi Asenjo
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

961 739 849

955 851 191



ventasag4ingenieria@gmail.com

ventas@ag4im.com



www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CL-829-2022

Expediente : S-0371-2022
Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C
Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : FORNEY
Modelo : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Identificación : T-2F
N° Tamiz : 2"
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2022-11-21
Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.3 °C
Humedad Relativa	55 %	54 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.
- AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.


Luigi Aserio G
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-829-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Reticula Micrometrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 203.47 mm

ALTURA INTERNA : 47.89 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm	INCERTIDUMBRE (μ m)
HORIZONTAL	50	50.02	0.02	1.34	10.5
VERTICAL		50.38	0.38	2.06	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (μ m)
HORIZONTAL	5.00	4.93	-0.08	0.70	10.5
VERTICAL		4.96	-0.04	0.70	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.


Luigi Asencio
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CL-830-2022

Expediente : S-0371-2022
Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C
Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : FORNEY
Modelo : NO INDICA
Serie : 1.5BS8F890084
Identificación : T-1-5F
N° Tamiz : 11/2"
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2022-11-21
Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.3 °C	22.2 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Lugger Asencio G.
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

961 739 849

955 851 191



ventasag4ingenieria@gmail.com

ventas@ag4im.com



www.ag4ingenieria.com

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-830-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Reticula Micrometrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 203.50 mm

ALTURA INTERNA : 47.96 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	37.5	37.46	-0.04	1.01	10.5
VERTICAL		38.62	1.12	1.67	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	4.50	4.76	0.26	0.70	10.5
VERTICAL		4.53	0.03	0.70	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

☎ 961 739 849

✉ ventas@ag4im.com

☎ 955 851 191



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CL-831-2022

Expediente : S-0371-2022

Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C

Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA

Instrum. de Medición : TAMIZ

Marca : FORNEY

Modelo : NO INDICA

Serie : 1.OBS8F906179

Identificación : T-1F

N° Tamiz : 1"

Procedencia : Estados Unidos

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA

Fecha de Calibración : 2022-11-21

Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.4 °C	22.1 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.
- AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-831-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Reticula Micrometrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 203.51 mm

ALTURA INTERNA : 48.06 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	25.0	24.93	-0.07	0.68	10.5
VERTICAL		25.50	0.50	1.24	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	3.55	3.57	0.02	0.55	10.5
VERTICAL		3.54	-0.01	0.55	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.


 Luigi Asenjo G.
 Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

 01 622 5224
  997 045 343
  ventasag4ingenieria@gmail.com
  www.ag4ingenieria.com
 961 739 849
  ventas@ag4im.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CL-832-2022**

Expediente : S-0371-2022
Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C
Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : ELE International
Modelo : NO INDICA
Serie : 193721019
Identificación : NO INDICA
N° Tamiz : 3/4"
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2022-11-21
Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.3 °C	20.4 °C
Humedad Relativa	54 %	55 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto. AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luis Asencio G
 Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-832-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Reticula Micrometrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 204.42 mm

ALTURA INTERNA : 50.49 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	19.0	19.14	0.14	0.52	10.5
VERTICAL		19.14	0.14	1.01	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	3.15	3.01	-0.14	0.45	10.5
VERTICAL		2.96	-0.19	0.45	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.


Luggi Ajenjo
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961.739.849

ventas@ag4im.com

955.851.191



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CL-833-2022

Expediente : S-0371-2022
Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C
Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : FORNEY
Modelo : NO INDICA
Serie : 3/8BS8F887368
Identificación : NO INDICA
N° Tamiz : 3/8"
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2022-11-21
Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.3 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.


Luigi Asenjo G
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

☎ 961 739 849

✉ ventas@ag4im.com

☎ 955 851 191

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-833-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Reticula Micrometrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 203.40 mm

ALTURA INTERNA : 47.95 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	9.5	9.43	-0.07	0.27	10.5
VERTICAL		9.76	0.26	0.61	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	2.24	2.36	0.12	0.34	10.5
VERTICAL		2.28	0.04	0.36	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.


Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CL-834-2022

Expediente : S-0371-2022

Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C

Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA

Instrum. de Medición : TAMIZ

Marca : FORNEY

Modelo : NO INDICA

Serie : 4BS8F900998

Identificación : NO INDICA

Nº Tamiz : Nº 4

Procedencia : Estados Unidos

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA

Fecha de Calibración : 2022-11-21

Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.2 °C	20.3 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.
- AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.


Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-834-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Retícula Micrométrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 203.43 mm

ALTURA INTERNA : 47.94 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm	INCERTIDUMBRE (μ m)
HORIZONTAL	4.75	4.69	-0.06	0.14	10.5
VERTICAL		4.83	0.08	0.37	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (μ m)
HORIZONTAL	1.60	1.73	0.13	0.30	10.5
VERTICAL		1.75	0.15	0.30	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.


 Luigi Asenjo G.
 Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

961 739 849

955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com

ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CL-835-2022

Expediente : S-0371-2022

Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C

Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA

Instrum. de Medición : TAMIZ

Marca : ELE International

Modelo : NO INDICA

Serie : 193717555

Identificación : NO INDICA

Nº Tamiz : Nº 10

Procedencia : Estados Unidos

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA

Fecha de Calibración : 2022-11-21

Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.3 °C	20.4 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luigi Asenjo
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-835-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Reticula Micrometrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 203.43 mm

ALTURA INTERNA : 47.99 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm	INCERTIDUMBRE (μ m)
HORIZONTAL	2.00	1.99	-0.01	0.06	10.5
VERTICAL		2.08	0.08	0.2	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (μ m)
HORIZONTAL	0.90	0.96	0.06	0.13	10.5
VERTICAL		0.92	0.02	0.14	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.


Luigi Aserio
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CL-836-2022

Expediente : S-0371-2022
Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C
Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : GRANOTEST
Modelo : NO INDICA
Serie : 70756
Identificación : NO INDICA
Nº Tamiz : Nº 40
Procedencia : COLOMBIA
Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2022-11-21
Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

Table with 3 columns: Parameter, Inicial, Final. Rows: Temperatura (20.4 °C, 20.3 °C), Humedad Relativa (54 %, 54 %).

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Signature of Luigi Asanza G, Jefe de Metrología. Includes circular stamp of LABORATORIO DE METROLOGIA S.R.L. LONGITUD.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-836-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Reticula Micrométrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 203.56 mm

ALTURA INTERNA : 48.01 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (μm)	PROMEDIO (μm)	ERROR μm	TOLERANCIA μm	INCERTIDUMBRE (μm)
HORIZONTAL	425	428.00	3.00	14	10.5
VERTICAL		437.21	12.21	73	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (μm)
HORIZONTAL	0.28	0.26	-0.02	0.04	10.5
VERTICAL		0.31	0.03	0.04	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor $k=2$ para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com



www.ag4ingenieria.com

961 739 849

955 851 191

ventas@ag4im.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CL-837-2022

Expediente : S-0371-2022
Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C
Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : FORNEY
Modelo : NO INDICA
Serie : 60BS8F897541
Identificación : NO INDICA
Nº Tamiz : Nº 60
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2022-11-21
Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.5°C	20.6°C
Humedad Relativa	55%	54%

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

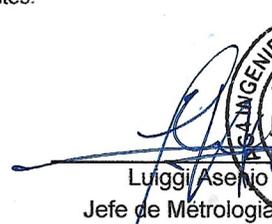
El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.


Luigi Aseñio S
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

955 851 191

ventas@ag4im.com

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-837-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de Referencia	Reticula Micrometrica	LLA-406-2021
Patron de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patron de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 203.30 mm

ALTURA INTERNA : 50.94 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (μm)	PROMEDIO (μm)	ERROR μm	TOLERANCIA μm	INCERTIDUMBRE (μm)
HORIZONTAL	250	252.37	2.37	8.9	10.5
VERTICAL		251.53	1.53	52.0	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (μm)
HORIZONTAL	0.16	0.18	0.03	0.03	10.5
VERTICAL		0.19	0.03	0.03	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor $k=2$ para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Luggi Asenja G
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

961 739 849

955 851 191



ventasag4ingenieria@gmail.com



ventas@ag4im.com



www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CL-838-2022

Expediente : S-0371-2022
Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C
Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : ELE International
Modelo : NO INDICA
Serie : 164728952
Identificación : NO INDICA
Nº Tamiz : Nº 140
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2022-11-21
Fecha de Emisión : 2022-11-23

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.4 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.
- AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luiggi Asenjo G.
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-838-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Reticula Micrometrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 204.09 mm

ALTURA INTERNA : 51.56 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (μm)	PROMEDIO (μm)	ERROR μm	TOLERANCIA μm	INCERTIDUMBRE (μm)
HORIZONTAL	106	108.17	2.16	4.7	10.5
VERTICAL		111.82	5.82	31.0	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (μm)
HORIZONTAL	0.07	0.07	0.00	0.01	10.5
VERTICAL		0.08	0.01	0.01	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.


Luigi Aserio
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

☎ 961 739 849

☎ 955 851 191

✉ ventas@ag4im.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CL-839-2022

Expediente : S-0371-2022
Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C
Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : FORNEY
Modelo : NO INDICA
Serie : 200BS8F929288
Identificación : NO INDICA
Nº Tamiz : Nº 200
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : Lab. Longitud de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2022-11-21
Fecha de Emisión : 2022-11-23

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

Table with 3 columns: Parameter, Inicial, Final. Rows: Temperatura (20.3°C, 20.2°C), Humedad Relativa (55%, 55%).

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.
AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Signature of Luiggi Asenja S.
Jefe de Metrología
Circular stamp: LABORATORIO DE METROLOGIA LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-839-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Reticula Micrometrica	LLA-406-2021
Patrón de Referencia	Mesa de Planitud	16400180
Patrón de Referencia	Pie de Rey - Vernier	1AD-0957-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES DEL ARO TAMIZ

DIAMETRO : 203.20 mm

ALTURA INTERNA : 50.89 mm

MEDICIONES DE LA MALLA

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (μm)	PROMEDIO (μm)	ERROR μm	TOLERANCIA μm	INCERTIDUMBRE (μm)
HORIZONTAL	75	75.36	0.36	3.7	10.5
VERTICAL		78.01	3.01	26.0	10.5

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR mm	TOLERANCIA mm +/-	INCERTIDUMBRE (μm)
HORIZONTAL	0.05	0.05	0.00	0.01	10.5
VERTICAL		0.06	0.01	0.01	10.5

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.


Luigi Aseñor
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343



ventasag4ingenieria@gmail.com



www.ag4ingenieria.com

961 739 849

955 851 191



ventas@ag4im.com

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-232-2022

Expediente S-0371-2022

Solicitante 3R GEOINGENIERIA S.A.C

Dirección CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA

Marca OHAUS

Modelo NV422

Serie 8340145787

Identificación NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Capacidad Máxima 420 g

División de escala (d) 0.01 g

División de verificación (e) 0.1 g

Tipo ELECTRONICA

Ubicación Lab. De Masa AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL

Fecha de Calibración 2022-11-21

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19.8 °C	19.8 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2022-11-22

Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 1 de 1

01 622 5224

997 045 343



ventasag4ingenieria@gmail.com



www.ag4ingenieria.com

961 739 849

955 851 191

ventas@ag4im.com

FM001-01

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERIA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-232-2022

Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 0.2 g

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patron de referencia	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2022-11-21
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. DE MASA AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL Av. Betancourt Mz. C Lt. 31 - Lo Olivos De Pro - Los Olivos



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 2 de 4

01 622 5224

997 045 343



ventasag4ingenieria@gmail.com



www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4
INGENIERIA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-232-2022

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	0.10	0.10	0.01	-0.01	130.00	129.99	0.01	-0.01	-0.01	0.2
2		0.10	0.01	-0.01		129.99	0.01	-0.01	-0.01	
3		0.10	0.01	-0.01		129.99	0.01	-0.01	-0.01	
4		0.10	0.01	-0.01		129.99	0.01	-0.01	-0.01	
5		0.10	0.01	-0.01		129.99	0.01	-0.01	-0.01	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 420 g, División de verificación (e): 0.1 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	50 g	0.1 g
50 g	a	200 g	0.2 g
200 g	a	420 g	0.3 g

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0.00003128 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0.0000500 \text{ g}^2 + 0.0000000000336 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 4 de 4

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-233-2022

Expediente S-0371-2022

Solicitante 3R GEOINGENIERIA S.A.C

Dirección CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA

Marca OHAUS

Modelo STX6201

Serie B728362709

Identificación NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Capacidad Máxima 6200 g

División de escala (d) 0.1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo ELECTRONICA

Ubicación Lab. De Masa AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL

Fecha de Calibración 2022-11-21

Método de Calibración
Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.0 °C	19.9 °C
Humedad Relativa	55 %	54 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2022-11-22

Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 1 de 1

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4
INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-233-2022

Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 2 g

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

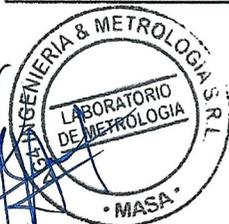
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de referencia	Pesa de 5 Kg	LM-C-107-2022
Patrón de referencia	Pesa de 2 Kg	LM-C-105-2022
Patrón de referencia	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2022-11-21
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. DE MASA AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL Av. Betancourt Mz. C Lt. 31 - Lo Olivos De Pro - Los Olivos



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 2 de 4

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

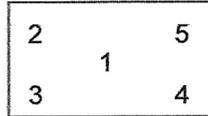
ventas@ag4im.com

955 851 191



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-233-2022**

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	1.0	1.0	0.1	-0.1	2,000.0	2,000.1	0.1	0.0	0.1	2
2		1.0	0.1	-0.1		2,000.1	0.1	0.0	0.1	
3		1.0	0.1	-0.1		2,000.1	0.1	0.0	0.1	
4		1.0	0.1	-0.1		2,000.1	0.1	0.0	0.1	
5		1.0	0.1	-0.1		2,000.1	0.1	0.0	0.1	

- emp Error Máximo Permitido
- l Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 6200 g, División de verificación (e): 1 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	500 g	1 g
500 g	a	2000 g	2 g
2000 g	a	6200 g	3 g

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura corregida = $R + 0.000007361 \times R$
Incertidumbre Expandida = $2 \times \sqrt{0.0025000 \text{ g}^2 + 0.00000000003353 \times R^2}$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-234-2022

Expediente S-0371-2022

Solicitante 3R GEOINGENIERIA S.A.C

Dirección CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA

Marca OHAUS

Modelo R21PE30ZH

Serie B847537432

Identificación NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Capacidad Máxima 30000 g

División de escala (d) 1 g

División de verificación (e) 10 g

Tipo ELECTRONICA

Ubicación Lab. De Masa AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL

Fecha de Calibración 2022-11-21

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	19.8 °C
Humedad Relativa	55 %	54 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2022-11-22

Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 1 de 4

01 622 5224

997 045 343



ventasag4ingenieria@gmail.com



www.ag4ingenieria.com

961 739 849

955 851 191

ventas@ag4im.com

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-234-2022

Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de referencia	Pesa de 20 Kg	1AM-0292-2022
Patrón de referencia	Pesa de 10 Kg	1AM-0291-2022
Patrón de referencia	Pesa de 5 Kg	LM-C-107-2022
Patrón de referencia	Pesa de 2 Kg	LM-C-105-2022
Patrón de referencia	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2022-11-21
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. DE MASA AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL Av. Betancourt Mz. C Lt. 31 - Lo Olivos De Pro - Los Olivos



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

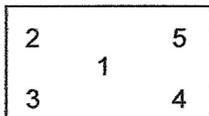


AG4

INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-234-2022

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.4	0.1	10,000	9,999	0.4	-0.9	-1.0	20
2		10	0.4	0.1		9,999	0.4	-0.9	-1.0	
3		10	0.4	0.1		9,999	0.4	-0.9	-1.0	
4		10	0.4	0.1		10,000	0.4	0.1	0.0	
5		10	0.4	0.1		9,999	0.4	-0.9	-1.0	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación (e): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metrológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	5000 g	10 g
5000 g	a	20000 g	20 g
20000 g	a	30000 g	30 g

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0.000054834 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0.2675 \text{ g}^2 + 0.0000000106557 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CT-156-2022

Página 1 de 5

Expediente : S-0371-2022
Solicitante : 3R GEOINGENIERIA S.A.C
Dirección : CAL.RECUAY NRO. 470 URB. CENTENARIO ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA
Equipo de Medición : HORNO ELECTRICO
Marca : METROTEST
Modelo : MS-H5
Procedencia : PERU
Código de Ident. : NO INDICA
Número de Serie : 104
T° de trabajo : 110 °C ± 10 °C
Ventilación : FORZADA
Lugar de Calibración : LAB. DE TEMPERATURA AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Ubicación : AV. BETANCOURT. MZ. C LT. 31 - LOS OLIVOS DE PRO - LOS OLIVOS
Fecha de Calibración : 2022-11-21
Fecha de Emisión : 2022-11-22

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	AUTONICS	TC4S	NO INDICA	200°C	1°C	Digital

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar con Termometro patrón con 10 tempopares utilizando el "Procedimiento de INDECOP/INM PC-005 1° Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos".

Observaciones

- (*) Identificación grabada en una etiqueta adherida en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

(*) Código asignado por AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.


Lujgi Asenjo
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CT-156-2022

Página 2 de 5

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22.1	23.4
Humedad (%)	54	55

Resultados de la calibración:

CALIBRACION PARA 110 °C ± 10 °C

TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICION (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	118.5	117.4	116.8	111.9	113.4	111.2	110.1	109.5	112.2	110.1	113.1	9.0
02	110	118.6	117.4	116.6	111.9	113.1	111.0	109.8	109.5	112.2	109.8	113.0	9.1
04	110	118.6	117.3	116.8	112.0	113.4	110.8	109.9	109.5	112.3	109.9	113.1	9.1
06	110	118.6	117.4	116.9	112.0	113.4	111.2	110.1	109.4	112.3	110.1	113.1	9.2
08	110	118.6	117.3	116.8	111.9	113.3	111.1	110.2	109.4	112.2	110.2	113.1	9.2
10	110	118.7	117.4	116.9	112.0	113.5	111.2	110.1	109.4	112.3	110.1	113.2	9.3
12	110	118.7	117.4	116.7	112.1	113.4	110.7	110.1	109.3	112.4	110.1	113.1	9.4
14	110	118.7	117.4	116.8	112.1	113.6	111.0	110.0	109.4	112.4	110.0	113.1	9.3
16	110	118.6	117.5	116.8	112.1	113.5	111.0	110.0	108.9	112.4	110.0	113.1	9.7
18	110	118.6	117.5	116.9	112.2	113.5	111.2	110.1	109.2	112.5	110.1	113.2	9.4
20	110	118.7	117.5	117.1	112.2	113.6	111.4	110.2	109.4	112.5	110.2	113.3	9.3
22	110	118.7	117.5	117.1	112.2	113.6	111.4	110.2	109.4	112.5	110.2	113.3	9.3
24	110	118.6	117.7	117.1	112.1	113.6	111.4	110.2	109.2	112.4	110.2	113.3	9.4
26	110	118.6	117.7	117.1	112.1	113.6	111.4	110.2	109.2	112.4	110.2	113.3	9.4
28	110	118.6	117.6	117.0	112.3	113.7	111.0	110.2	109.4	112.6	110.2	113.3	9.2
30	110	118.8	117.6	117.0	112.2	113.7	111.3	110.1	109.3	112.5	110.1	113.3	9.5
32	110	118.8	117.6	117.2	112.1	113.6	111.2	110.1	109.3	112.4	110.1	113.2	9.5
34	110	118.8	117.6	117.1	112.3	113.5	111.0	110.1	109.2	112.6	110.1	113.2	9.6
36	110	118.7	117.6	117.1	112.2	113.5	111.1	110.3	109.5	112.5	110.3	113.3	9.2
38	110	118.7	117.6	117.1	112.2	113.5	111.1	110.3	109.5	112.5	110.3	113.3	9.2
40	110	118.7	117.6	117.1	112.3	113.7	111.3	110.1	109.3	112.6	110.1	113.3	9.4
42	110	118.8	117.6	117.0	112.5	113.7	111.4	109.9	109.3	112.8	109.9	113.3	9.5
44	110	118.8	117.9	117.3	112.3	113.8	111.2	110.0	109.3	112.6	110.0	113.3	9.5
46	110	118.9	117.9	117.3	112.2	113.8	111.3	110.4	109.5	112.5	110.4	113.4	9.4
48	110	118.9	117.9	117.3	112.5	113.5	111.2	110.3	109.4	112.8	110.3	113.4	9.5
50	110	118.9	117.7	117.2	112.5	113.5	111.2	110.3	109.4	112.8	110.3	113.4	9.5
52	110	118.9	117.7	117.2	112.3	113.7	111.3	110.2	109.5	112.6	110.2	113.4	9.4
54	110	118.9	117.6	117.1	112.2	113.7	111.1	110.2	109.5	112.5	110.2	113.3	9.4
56	110	119.0	117.6	117.1	112.2	113.8	111.1	110.3	109.5	112.5	110.3	113.3	9.5
58	110	119.0	117.7	117.1	112.3	113.7	111.2	110.3	109.4	112.6	110.3	113.4	9.6
60	110	119.0	117.7	117.1	112.3	113.7	111.2	110.3	109.4	112.6	110.3	113.4	9.6
T.PROM	110	118.7	117.6	117.0	112.2	113.6	111.2	110.1	109.4	112.5	110.1	113.2	
T.MAX	110	119.0	117.9	117.3	112.5	113.8	111.4	110.4	109.5	112.8	110.4		
T.MIN	110	118.5	117.3	116.6	111.9	113.1	110.7	109.8	108.9	112.2	109.8		

Luggi Asenjo
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

961 739 849

955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com

ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CT-156-2022

Página 3 de 5

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Termometro de indicación Digital con sensores	CT-001-2022
Patrón de referencia	Termometro de indicación digital	LT-096-2022

PARÁMETRO	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	119.0	0.3
Mínima Temperatura Medida	108.9	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.7	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	9.4	0.3
Estabilidad	± 0.35	0.04
Uniformidad	9.7	0.3

T.PROM.: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom. : Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN. : Temperatura mínima

DTT. : Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo " DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termometro propio del medio isoterma: **0.5 °C**

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ máx. DTT.


Luigi Aseñolo
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

961 739 849

955 851 191

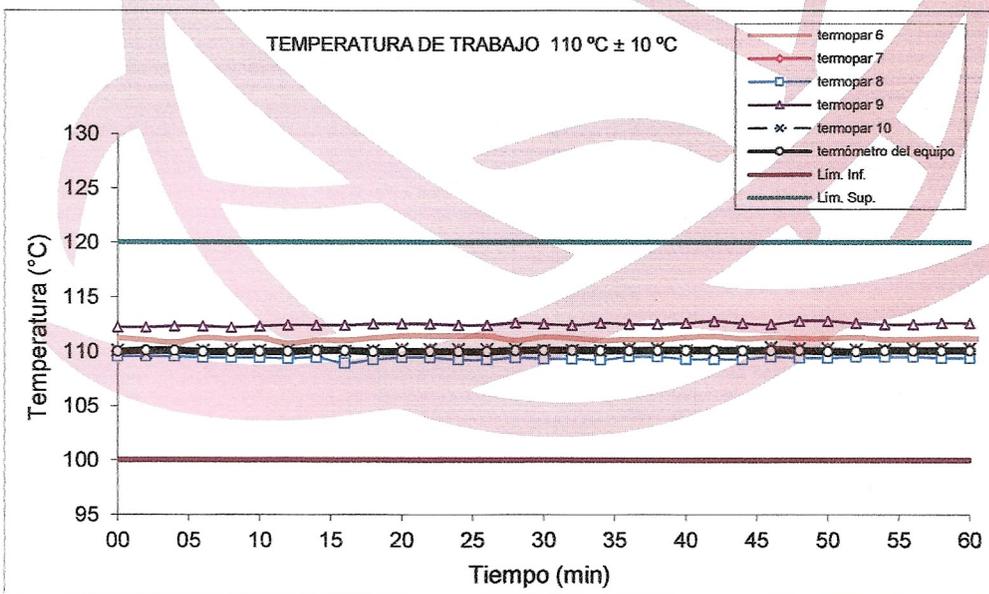
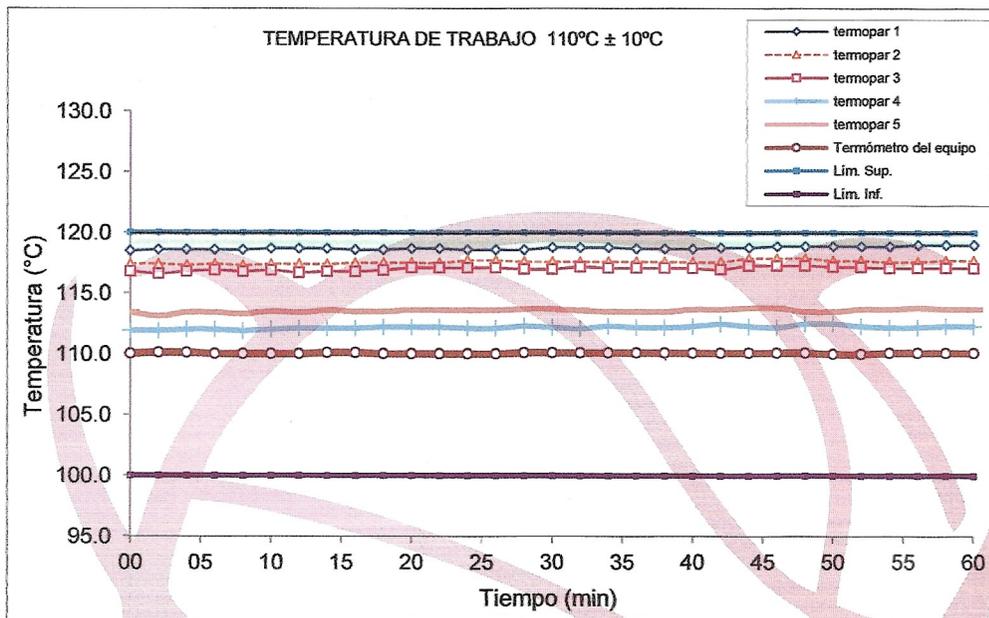
ventasag4ingenieria@gmail.com

ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CT-156-2022



[Signature]
Luigi Aseña
Jefe de Metrología

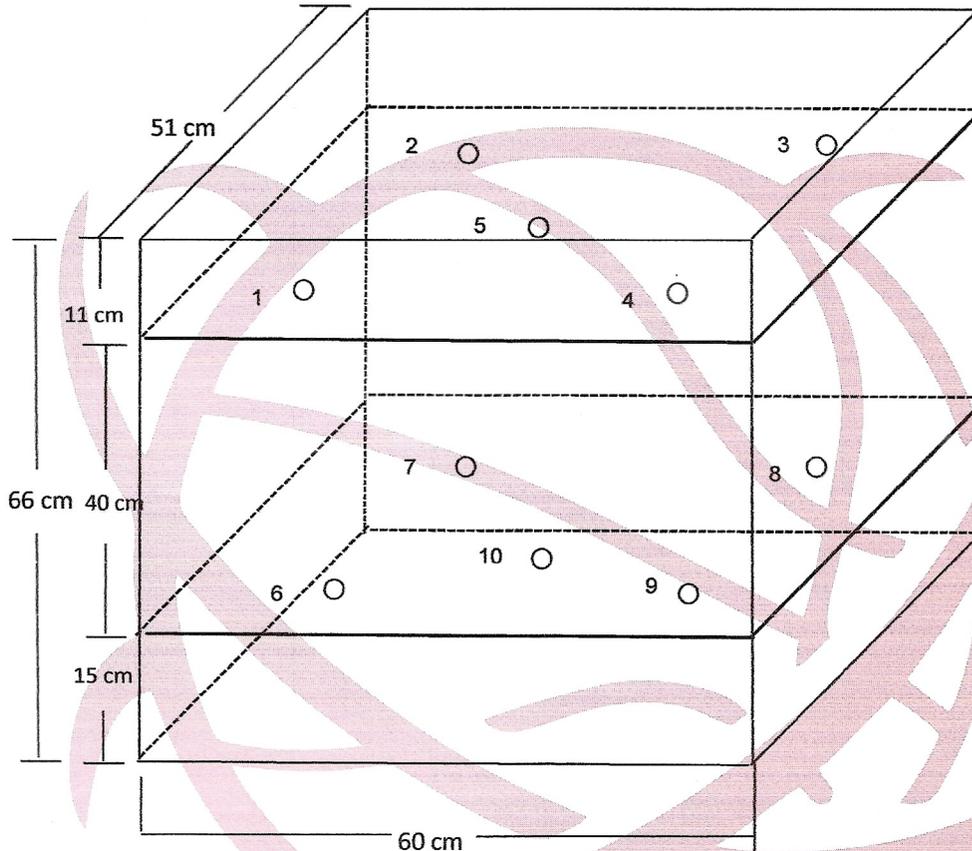


PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CT-156-2022

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 9 cm de las paredes laterales.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 10 cm y a 12 cm respectivamente de la parte superior e inferior del horno tal como se muestra en el dibujo.


Luigi Asenjo
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.