



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL MENCION GERENCIA DE LA
CONSTRUCCION**

TESIS

**CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE
FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESIÓN SAN
ROQUE - COMUNIDAD MOSOCLLACTA - ANTA – CUSCO 2017**

**PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN
INGENIERIA CIVIL MENCION GERENCIA DE LA CONSTRUCCION**

AUTOR:

Br. VALENTIN WILBERT
HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

ASESOR:

Dr. GABRIEL SUYO CRUZ.

ORCID DEL ASESOR: 0000-0002-9490-403X

CUSCO – PERÚ

2024



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Gabriel Suyo Cruz
 quien aplica el software de detección de similitud al
 trabajo de investigación/tesistitulada: Control de calidad de arcilla y la
factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión
San Roque - Comunidad Mosocllacta - Anta - Cusco 2017

Presentado por: Valentin Wilbert Huallparimachi; DNI N° 23929905;
 presentado por: CCapcha. DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico de Maestro en Ingeniería
Civil mención Gerencia de la Construcción

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el
 Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 24 de MARZO de 2026.....



 Firma

Post firma Dr. Gabriel Suyo Cruz

Nro. de DNI 23942696

ORCID del Asesor 0000-0002-9490-403X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:570820272

VALENTIN WILBERT HUALLPARIMACHI CCAPCHA

CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESIÓN SAN ROQU...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:570820272

Fecha de entrega

24 mar 2026, 1:00 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

24 mar 2026, 1:07 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS VALENTIN HUALLPAR PARAFRAS R 24MARZO2026pleto.pdf

Tamaño del archivo

22.3 MB

371 páginas

74.587 palabras

410.258 caracteres




9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe



- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 23 palabras)

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
111 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
39704 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA DE POSGRADO

INFORME DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES A TESIS

Dra. NELLY AYDE CAVERO TORRE, Directora General de la Escuela de Posgrado, nos dirigimos a usted en condición de integrantes del jurado evaluador de la tesis intitulada "CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACIÓN DE LADRILLOS EN LA CONCESIÓN SAN ROQUE - COMUNIDAD MOSOCLACTA - ANTA - CUSCO 2017" del Br. VALENTIN WILBERT HUALLPARIMACHI CCAPCHA. Hacemos de su conocimiento que el sustentante ha cumplido con el levantamiento de las observaciones realizadas por el Jurado el día VEINTE DE JUNIO DE 2024.

Es todo cuanto informamos a usted fin de que se prosiga con los trámites para el otorgamiento del grado académico de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Cusco, 08 setiembre 2025

MGT. CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
Primer Replicante

MGT. MIGUEL ANGEL VILCA ROJAS
Segundo Replicante

DRA. MIRIAM GIL FERNANDEZ BACA
Primer Dictaminante

MGT. JOSE FRANCISCO SERRANO FLORES
Segundo Dictaminante

PRESENTACION

Señor Director de la Escuela de Posgrado.

De acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, pongo en su consideración mi Tesis intitulada “**Control de Calidad de Arcilla y la Factibilidad de Fabricación de Ladrillos en la Concesión San Roque - Comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017**”, para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Civil, Mención Gerencia de la Construcción.

Atentamente.

Valentín Wilbert Huallparimachi Ccapcha.

DEDICATORIA

Dedico la siguiente tesis a mis hijos: **Atena y Leonardo** por compartir su cariño, alegría y compañía durante la elaboración de la tesis; a mi pareja **Sulmaliz** por su compañía y aliento en todo momento, a mis padres **Leonardo y Felicitas** que desde el cielo me iluminan, quienes en vida me enseñaron y demostraron el significado de esfuerzo, sacrificio y trabajo para lograr mis metas, a mis hermanos, cuñadas y sobrinos que me acompañan en los momentos más importantes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber logrado concluir la presente tesis; A mi familia por apoyarme en todo momento para superar cada etapa nueva de este proyecto y no desanimarme en el intento; A la vida porque a pesar de los momentos tristes, también nos da momentos muy felices e inolvidables.

No ha sido sencillo el camino para llegar hasta esta etapa; Agradezco el financiamiento de tesis de posgrado del Programa de Fortalecimiento “Yachayninchis Wiñarinanpaq” de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; A mi asesor Dr. Gabriel Suyo Cruz que sin su ayuda y conocimientos no hubiese sido posible culminar este proyecto; Al Ing. Juan Carlos Elorrieta por permitirme su tiempo y espacio para poder aclarar mis dudas; A los docentes de la Maestría en Ingeniería Civil mención Gerencia de la Construcción por sus enseñanzas, conocimientos y acompañamiento en la culminación de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

Presentación	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Índice general	
Lista de tablas	
Lista de figuras	
Resumen en español y en el idioma acreditado	
Palabra clave	

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

	Pag.
1.1. Situación problemática	1
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Justificación de la investigación	5
1.4. Objetivos de la investigación	7
1.4.1. Objetivo general	7
1.4.2. Objetivos específicos	7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Bases teóricas.	9
2.1.1. Generalidades de control de calidad.	9
2.1.2. Norma ISO 9001: 2015; Sistema de gestión de la calidad.	9
2.1.3. Ley N° 30224; Sistema nacional de la calidad.	9
2.1.4. Instituto Nacional de la Calidad (INACAL)	10

2.1.5. Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E 070; Albañilería.	11
2.1.6. Norma Técnica Peruana NTP 339. 128, 1999 revisada el 2019 (Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico	11
2.1.7. Norma Técnica Peruana NTP 339.633, 2017. Unidades de albañilería. Terminología y definiciones	11
2.1.8. Norma Técnica Peruana NTP 331.017 revisada el 2015. Unidades de albañilería, Ladrillos de arcilla usado en albañilería, Requisitos	11
2.1.9. Norma Técnica Peruana NTP 399.613, 2017 Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería	12
2.2. El ciclo de un proyecto	12
2.2.1. Preinversión	13
2.2.2. Estudio de factibilidad	15
2.3. Marco conceptual (Palabra clave)	17
2.3.1. Marco filosófico y epistemológico de la investigación	17
2.3.1.1. Principios de calidad	17
2.3.1.2. Calidad en la fabricación o producción	17
2.3.1.3. Definición de calidad	20
2.3.1.4. Perspectiva de la calidad	21
2.3.1.5. Definición de control	21
2.3.1.6. Control de calidad	22
2.3.2. Definiciones de arcilla	22
2.3.2.1. Origen de la arcilla	23
2.3.3. Composición de la arcilla para fabricación de ladrillos	24
2.3.3.1. Composición mineralógica de la arcilla	24
2.3.3.2. Composición química de la arcilla	26
2.3.3.3. Especificaciones de la materia prima (valores guía) de la arcilla para ladrillo	27

2.3.3.4. Calidad de arcilla para la fabricación de ladrillos	32
2.3.3.5. Impurezas frecuentes en las arcillas y su influencia sobre las unidades de arcilla	33
2.3.3.6. Efectos de la calidad de la materia prima en la calidad final de las unidades de albañilería	35
2.3.4. Definición de ladrillo	37
2.3.5. Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E. 070, Albañilería	37
2.3.5.1. Definición de tipos de unidad de albañilería	38
2.3.5.2. Clasificación de unidades de albañilería para fines estructurales	38
2.3.6. Norma Técnica Peruana NTP 331.017, 2003 (Revisado, 2015). Unidades de albañilería. Ladrillos de arcilla	39
2.3.6.1. Características generales	39
2.3.6.2. Clasificación	40
2.3.6.3. Requisitos	40
2.3.6.4. Requisitos físicos del ladrillo	41
2.3.6.5. Requisitos físicos complementarios	42
2.3.7. Procesos de fabricación de ladrillos	43
2.3.7.1. Tipos de procesos de fabricación	43
2.3.7.2. Etapas en la fabricación de ladrillos	44
2.3.7.3. Tipos de horno	47
2.4. Antecedentes de la investigación (Estado del arte)	49
2.4.1. Antecedentes internacionales	49
2.4.2. Antecedentes nacionales	54
2.4.3. Antecedentes regionales	58

CAPITULO III

HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general	64
3.2. Hipótesis específicas	64

3.3.	Identificación de Variables	64
3.3.1.	Variable (X) Control de calidad	65
3.3.2.	Variable (Y) Factibilidad de fabricación	65
3.3.3.	Variable interviniente	65
3.4.	Operacionalización de Variables	66
3.5.	Indicadores de factibilidad de fabricación de ladrillos	67

CAPITULO IV

METODOLOGIA

4.1.	Ámbito de estudio	68
4.1.1.	Localización política	68
4.1.2.	Localización geográfica	69
4.1.3.	Delimitación temporal	70
4.2.	Tipo y nivel de investigación	70
4.2.1.	Tipo de investigación	70
4.2.2.	Nivel o alcance de la investigación	71
4.3.	Unidades de análisis	72
4.4.	Población de estudio	72
4.5.	Tamaño de muestra	72
4.6.	Técnicas de selección de muestras	73
4.6.1.	Técnicas de recolección de muestras	75
4.6.1.1.	Equipos, herramientas, materiales e insumos utilizados	76
4.6.1.2.	Muestreo de calicatas	77
4.7.	Técnicas de recolección de información	78
4.7.1.	Fase Pre evaluación	79
4.7.1.1.	Constituyentes minerales de la arcilla	79
4.7.1.2.	Composición química de la arcilla	83
4.7.1.3.	Clasificación granulométrica de muestras de arcilla	85
4.7.1.4.	Plasticidad de la arcilla	90

4.7.1.5.	Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)	95
4.7.1.6.	Análisis térmico diferencial (ATD)	95
4.7.1.7.	Estabilidad de pulpas arcillosas	100
4.7.1.8.	Mezclas de tierra arcillosa para elaboración de ladrillos	103
4.7.2.	Fase de Evaluación	104
4.7.2.1.	Resistencia a la compresión de ladrillos	104
4.7.2.2.	Absorción de ladrillos	107
4.7.2.3.	Variabilidad dimensional (Medida de tamaño)	108
4.7.2.4.	Medida de alabeo	110
4.7.2.5.	Porcentaje de vacíos	112
4.7.2.6.	Succión – ensayo de laboratorio	115
4.7.3.	Fase de Post evaluación	121
4.7.3.1.	Técnicas de análisis e interpretación de información	121
4.7.3.2.	Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de la hipótesis planteada	121

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION

5.1.	Procesamiento, análisis, interpretación y discusión de resultado	123
5.1.1.	Composición mineralógica de muestras de tierra arcillosa	123
5.1.2.	Composición química de muestras de tierra arcillosa	124
5.1.3.	Clasificación de suelos de muestras de tierra arcillosa	126
5.1.4.	Especificaciones técnicas y límites de Atterberg de la arcilla	127
5.1.5.	Mezclas de tierra arcillosa utilizadas para fabricación de ladrillos	128
5.1.6.	Especificaciones y resistencia a la compresión de ladrillos	129
5.1.7.	Especificaciones y porcentaje de absorción por inmersión en agua fría durante 24 horas de ladrillos	130
5.2.	Pruebas de hipótesis para verificar la existencia de relación entre variables	132

5.2.1.	Pruebas de hipótesis general	133
5.3.	Presentación de resultados	134
5.4.	Fuerzas de Porter	144
5.4.1.	Análisis de Fuerzas de Porter	147
5.4.2.	Oportunidades	152
5.4.3.	Riesgos	153
5.4.4.	Resumen	154
5.5.	Estudio de mercado	154
5.5.1.	Breve panorama nacional	154
5.5.2.	Breve panorama local	156
5.5.3.	Producto	157
5.5.4.	Demanda a nivel nacional y a nivel regional	158
5.6.	Diseño de planta	171
5.6.1.	Extracción y almacenamiento de la materia prima	171
5.6.2.	Factores que determinan el tamaño del proyecto	172
5.6.3.	La determinación del tamaño del proyecto	172
5.6.4.	Localización del proyecto	174
5.6.4.1.	Macro localización	174
5.6.4.2.	Método de ponderación de factores de Brown y Gibson	176
5.6.4.3.	Micro localización	177
5.6.5.	Proceso productivo	178
5.6.5.1.	Extracción y almacenamiento de la materia prima	178
5.6.5.2.	Amasado de la materia prima	183
5.6.5.3.	Proceso de formado	185
5.6.5.4.	Proceso de secado	187
5.6.5.5.	Proceso de cocción y enfriamiento	189
5.6.6.	Proceso productivo del proyecto	190
5.6.7.	Selección de equipos	192

5.6.7.1.	Sustento comparativo para elegir el tipo de horno	192
5.6.8.	Distribución y diseño del proyecto	195
5.6.8.1.	Distribución del proyecto	195
5.6.8.2.	Diseño del proyecto	196
5.7.	Análisis económico	200
5.7.1.	Inversiones en el proyecto	200
5.7.2.	Costos directos	200
5.7.3.	Costos indirectos	203
5.7.4.	Contingencias	204
5.7.5.	Capital expectante (CAPEX) del proyecto	204
5.7.6.	Costos de operación del proyecto	205
5.7.6.1.	Costos de operación	205
5.7.6.2.	Costos variables	205
5.7.6.3.	Costos fijos	206
5.7.6.4.	Contingencias	207
5.7.6.5.	Costos de operación (OPEX) del proyecto	208
5.7.7.	Evaluación económica	208
5.7.7.1.	Evaluación económica del proyecto	209
5.7.7.2.	Flujo de fondos del proyecto	209
5.7.7.3.	Análisis económico y financiero del proyecto	209
5.7.7.4.	Flujo de caja proyectada (5 años)	210
5.7.7.5.	Indicadores financieros	210
5.7.7.6.	Análisis de sensibilidad	211
5.7.7.7.	Punto de equilibrio	212
5.7.7.8.	Ratios financieros clave	212
5.7.7.9.	Conclusiones de análisis	212
5.7.7.10.	Recomendaciones	213
5.7.7.11.	Anexos y supuestos	213

5.8.	Estudio de impacto ambiental	214
5.8.1.	Introducción	214
5.8.2.	Objetivo general	214
5.8.3.	Objetivos específicos	215
5.8.4.	Normas legales	215
5.8.5.	Área de influencia del proyecto	216
5.8.6.	Identificación de impactos ambientales y efectos ambientales	217
5.8.6.1.	Matriz de Leopold para el proyecto	217
5.8.6.2.	Plan de manejo ambiental (PMA)	221
	CONCLUSIONES	225
	RECOMENDACIONES	230
	BIBLIOGRAFIA	231
	ANEXOS	236
a.	Matriz de consistencia	237
b.	Instrumentos de recolección de información	239
	<ul style="list-style-type: none">Informe de ensayos de difracción de rayos X.Informe de ensayos de fluorescencia de rayos X.Ensayos sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)Ensayos de Análisis Termogravimétrico – TGA.Ensayos de estabilidad de pulpa arcillosa (Densidad relativa, ensayo de pH, velocidad de sedimentación y viscosimetría)Ensayo de compresión simple en prismas de albañilería.Ensayo de variabilidad dimensional de ladrillos de arcilla.Ensayo de medida de alabeo de ladrillos de arcilla.Ensayo de porcentaje de vacíos de ladrillos de arcilla.Ensayo de absorción de ladrillos de arcilla.	
c.	Medios de verificación	
	<ul style="list-style-type: none">Registro fotográfico.	

LISTA DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1. ACTIVIDADES ECONOMICAS EN EL DISTRITO DE ANTA.	1
TABLA 2. POBLACION URBANA Y RURAL EN LA PROVINCIA DE ANTA.	6
TABLA 3. EFECTOS DE DIFERENTES MINERALES EN LAS PROPIEDADES DE ELABORACION Y COCCION PARA LADRILLOS DE ARCILLA, SEGÚN SCHMIDT (1981)	26
TABLA 4. COMPARACIÓN ENTRE EL CONTENIDO QUÍMICO DE LA CORTEZA TERRESTRE Y LA ARCILLA ROJA COMÚN PARA LADRILLO.	27
TABLA 5. VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DE TIERRAS ARCILLOSAS (GREDAS).	29
TABLA 6. VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN MINERALOGICA Y QUÍMICA MEDIA DE MASAS ARCILLOSAS PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA, ALEMANIA.	32
TABLA 7. PROPIEDADES FÍSICO TÉCNICAS (VALORES GUÍA) DE TIERRAS ARCILLOSAS (NO COCIDAS).	37
TABLA 8. CLASIFICACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES.	39
TABLA 9. VARIACIONES PERMISIBLES EN LAS DIMENSIONES DE LADRILLOS.	40
TABLA 10. REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS.	42
TABLA 11. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS (ABSORCIÓN Y COEFICIENTE DE SATURACIÓN DE LADRILLOS).	42
TABLA 12. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES (X) Y (Y).	66
TABLA 13. NÚMERO DE CALICATAS Y MUESTRAS DE SUELO.	78
TABLA 14. RESUMEN DE CONSTITUYENTES MINERALES DE LAS MUESTRAS DE ARCILLA.	82
TABLA 15. RESUMEN DE RESULTADOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MUESTRAS DE ARCILLA.	85
TABLA 16. TAMICES UTILIZADOS PARA EL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.	87

TABLA 17. RESUMEN DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRAS DE ARCILLA.	89
TABLA 18. RESULTADOS DE LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO DE MUESTRAS DE SUELO INVESTIGADAS.	94
TABLA 19. CLASIFICACIÓN CON EL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).	95
TABLA 20. COMPOSICIÓN DE MEZCLAS DE MUESTRAS DE SUELOS EN PORCENTAJE (%) DE VOLUMEN.	104
TABLA 21. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DEE PRUEBA.	106
TABLA 22. RESULTADOS DE ABSORCIÓN DE LADRILLOS POR INMERSIÓN EN AGUA FRÍA DURANTE 24 HORAS.	108
TABLA 23. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	122
TABLA 24. DISCUSIÓN DE CARACTERIZACIÓN DE COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DE MUESTRAS DE SUELO.	123
TABLA 25. DISCUSIÓN DE CARACTERIZACIÓN DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MUESTRAS DE SUELO.	125
TABLA 26. DISCUSIÓN DE SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) DE MUESTRAS DE SUELO.	126
TABLA 27. DISCUSIÓN DE ESPECIFICACIONES (VALORES GUIA) DE TIERRA ARCILLOSA Y LÍMITES DE ATTERBERG.	127
TABLA 28. DISCUSIÓN DE COMPOSICIÓN DE MEZCLAS DE PRUEBA Y MEZCLA UTILIZADA POR LA EMPRESA LADRILLERA “AMIGO NOA”, COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA – ANTA.	128
TABLA 29. DISCUSIÓN DE LADRILLOS QUE CUMPLEN CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MÍNIMA DE LA NORMA E. 070 (2020).	129
TABLA 30. DISCUSIÓN DE LADRILLOS QUE CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE ABSORCIÓN POR INMERSIÓN EN AGUA FRÍA POR 24 HORAS DE LA NTP. 331.017 (2015).	131
TABLA 31. ANÁLISIS DE VARIANZA DE CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA.	133
TABLA 32. RESULTADO DE CONSTITUYENTES MINERALES DE MUESTRAS DE SUELO.	134

TABLA 33. RESULTADOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MUESTRAS DE SUELO.	136
TABLA 34. RESULTADOS DE PROPIEDADES FÍSICAS (GRANULOMETRÍA) DE MUESTRAS DE SUELO.	137
TABLA 35. RESULTADOS DE PROPIEDADES FÍSICAS, LIMITES DE ATTERBERG DE MUESTRAS DE SUELO.	138
TABLA 36. RESULTADOS DE VOLUMEN DE MEZCLAS CON MUESTRAS (P y T) PARA LADRILLOS.	140
TABLA 37. RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA.	141
TABLA 38. RESULTADOS DE PORCENTAJE DE ABSORCIÓN EN AGUA FRÍA DURANTE 24 H, DE LADRILLOS DE ARCILLA.	143
TABLA 39. CRECIMIENTO DEL PRODUCTO BRUTO INTERNO (PBI) POR SECTORES EN PERU.	154
TABLA 40. CRECIMIENTO DEL PBI EN LA REGION DEL CUSCO.	156
TABLA 41. UNIDADES DE PRODUCCION DEL SECTOR LADRILLERO DE LA REGION DEL CUSCO.	157
TABLA 42. DEMANDA DE LADRILLOS POR AÑO A NIVEL NACIONAL Y REGIONAL.	159
TABLA 43. CALCULO DEMANDA REGIONAL POR MINIMOS CUADRADOS.	161
TABLA 44. OFERTA DE LADRILLOS POR AÑO A NIVEL NACIONAL Y REGIONAL.	164
TABLA 45. CALCULO DE MINIMOS CUADRADOS DE LA OFERTA REGIONAL.	165
TABLA 46. DEMANDA REGIONAL INSATISFECHA DEL PROYECTO.	168
TABLA 47. EVOLUCION HISTORICA DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL PERU.	170
TABLA 48. DATOS PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DEL PROYECTO.	173
TABLA 49. FACTORES QUE DETERMINAN LA LOCALIZACION DEL PROYECTO.	176
TABLA 50. VALORACION DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA LOCALIZACION DE UN PROYECTO.	177

TABLA 51. METODO DE PONDERACION DE BROWN Y GIBSON PARA LA MACRO LOCALIZACION DEL PROYECTO.	177
TABLA 52. METODO DE PONDERACION DE BROWN Y GIBSON PARA LA MICRO LOCALIZACION DEL PROYECTO.	178
TABLA 53. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CAJON ALIMENTADOR.	181
TABLA 54. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MOLINO DE MARTILLOS.	182
TABLA 55. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MOLINO DE RODILLOS.	183
TABLA 56. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MAQUINA MEZCLADORA.	185
TABLA 57. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MAQUINA EXTRUSORA.	186
TABLA 58. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL HORNO DE SECADO.	188
TABLA 59. TIPOS DE HORNO EMPLEADOS EN LA PRODUCCION DE LADRILLOS.	192
TABLA 60. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL HORNO TUNEL.	194
TABLA 61. DISTRIBUCION ESPECÍFICA DEL AREAS ESPECÍFICAS DEL PROYECTO.	196
TABLA 62. COSTO DE EQUIPOS DEL PROYECTO.	201
TABLA 63. CALCULO DE COSTO DE TRANSPORTE, CONSTRUCCION Y MONTAJE.	201
TABLA 64. CALCULO COSTO DE ITEMS DE EQUIPOS.	202
TABLA 65. CALCULO COSTO DE ITEM DE TRANSPORTE.	202
TABLA 66. CALCULO DE COSTO DEL ITEM DE CONSTRUCCION Y MONTAJE.	202
TABLA 67. CALCULO DE COSTOS DIRECTOS DEL PROYECTO.	203
TABLA 68. CALCULO DE COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO.	203
TABLA 69. CALCULO DE CONTINGENCIAS DEL PROYECTO.	204
TABLA 70. CALCULO DE CAPITAL EXPECTANTE (CAPEX) DEL PROYECTO.	205
TABLA 71. COSTOS VARIABLES DEL PROYECTO.	206
TABLA 72. COSTOS FIJOS DEL PROYECTO.	207
TABLA 73. CONTINGENCIA DEL PROYECTO.	208
TABLA 74. COSTOS DE OPERACIÓN (OPEX) DEL PROYECTO.	208
TABLA 75. INGRESOS PROYECTADOS (5 AÑOS).	210
TABLA 76. FLUJO DE CAJA PROYECTADO.	210

TABLA 77. AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.	216
TABLA 78. AREA DE INFLUENCIA INDIRECTA DEL PROYECTO.	217
TABLA 79. ASPECTOS AMBIENTALES RELACIONADOS A CADA FASE DEL PROYECTO.	218
TABLA 80. ESTIMACION DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS EFECTOS AMBIENTALES.	219
TABLA 81. VALORACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	219
TABLA 82. MATRIZ DE LEOPOLD PARA EL PROYECTO.	220
TABLA 83. LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES (LMP) DE LA ACTIVIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS.	223
TABLA 84. ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL AIRE (ECA – AIRE).	223
TABLA 85. INSTRUMENTOS PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.	224
TABLA 86. INSTRUMENTOS PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.	224
TABLA 87. MATRIZ DE CONSISTENCIA.	237

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1. CICLO DE UN PROYECTO.	12
FIGURA 2. ETAPAS DE ESTUDIO PARA TOMAR LA DECISIÓN DE EJECUTAR UN PROYECTO.	14
FIGURA 3. RELACION ENTRE LA INCERTIDUMBRE Y LOS NIVELES DE PROFUNDIDAD.	16
FIGURA 4. RELACIONES FUNCIONALES EN UN SISTEMA DE FABRICACION O PRODUCCION TIPICO.	18
FIGURA 5. APLICACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG PARA LA VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA DE TIERRAS ARCILLOSAS DE LADRILLO DE ALEMANIA.	30
FIGURA 6. FLUJOGRAMA DE ETAPAS Y TIEMPOS DURANTE LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS, EN LAS LADRILLERAS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO, CUSCO.	49
FIGURA 7. LOCALIZACIÓN REGIONAL Y PROVINCIAL DEL PROYECTO.	68
FIGURA 8. LOCALIZACIÓN DISTRITAL DEL PROYECTO.	69
FIGURA 9. UBICACIÓN DE LA CONCESIÓN SAN ROQUE COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA ANTA CUSCO.	70
FIGURA 10. MAPA GEOLOGÍA LOCAL Y PUNTOS DE MUESTREO.	74
FIGURA 11. CALICATA EXCAVADA PARA EL MUESTREO, EN LA CONCESIÓN SAN ROQUE DE LA COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA – ANTA - CUSCO.	75
FIGURA 12. FASES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	79
FIGURA 13. MUESTRA MOLIDA EN MORTERO DE PORCELANA PARA ANÁLISIS DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X.	80
FIGURA 14. PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE ARCILLA PARA SER ANALIZADO POR EL DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X.	81
FIGURA 15. COLOCADO DE MUESTRAS DE ARCILLA, PARA SER ANALIZADAS CON EL DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X.	81
FIGURA 16. SISTEMA COMPLETO PARA TRANSFERENCIA DE DATOS DEL DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X A UNA PC.	82

FIGURA 17. MUESTRAS DE ARCILLA PREPARADAS PARA ANALIZAR CON EL EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X.	83
FIGURA 18. EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, MARCA RIGAKU.	84
FIGURA 19. SISTEMA COMPLETO PARA TRANSFERENCIA DE DATOS DEL EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X A UNA PC.	84
FIGURA 20. REDUCCIÓN DE MUESTRAS POR EL MÉTODO DE CUARTEO.	87
FIGURA 21. ENSAYO GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO DE SUELOS. VISTA DE TAMICES, CEPILLO METÁLICO Y BROCHA, UTILIZADO EN ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.	89
FIGURA 22. DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO (L.L) DE SUELOS.	93
FIGURA 23. DETERMINACIÓN DE LIMITE PLÁSTICO (L.P) DE SUELOS.	94
FIGURA 24. TERMOGRAMA DE ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL.	97
FIGURA 25. ESQUEMA DE UN EQUIPO DE ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL.	100
FIGURA 26. DEMOSTRACIÓN DE RESULTADO DE CONSTITUYENTES MINERALES DE MUESTRAS DE SUELO.	135
FIGURA 27. DEMOSTRACIÓN DE RESULTADOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MUESTRAS DE SUELO.	136
FIGURA 28. DEMOSTRACIÓN DE RESULTADOS DE PROPIEDADES FÍSICAS (GRANULOMETRÍA) DE MUESTRAS DE SUELO.	138
FIGURA 29. DEMOSTRACIÓN DE RESULTADOS DE PROPIEDADES FÍSICAS (LIMITES DE ATTERBERG) DE MUESTRAS DE SUELO.	139
FIGURA 30. DEMOSTRACION DE RESULTADOS DE VOLUMEN DE MEZCLAS DE SUELO Y ARCILLA PARA LADRILLOS.	141
FIGURA 31. DEMOSTRACION DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA TIPO BLOCKER.	142
FIGURA 32. DEMOSTRACION DE RESULTADOS DE PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR INMERSIÓN EN AGUA FRÍA DURANTE 24 HORAS, DE LADRILLOS DE ARCILLA TIPO BLOCKER.	143

FIGURA 33. DIAGRAMA DE ANALISIS DE LAS CINCO FUERZAS DE PORTER DEL PROYECTO FABRICA DE LADRILLOS DE MOSOCLACTA, ANTA – CUSCO.	146
FIGURA 34. CRECIMIENTO DEL PBI DEL SECTOR CONSTRUCCION EN EL PERU 2020 – 2026.	155
FIGURA 35. LADRILLO DEL TIPO BLOCKER 12, CLASIFICACION VI.	158
FIGURA 36. DIAGRAMA DEL PRONOSTICO DE LA DEMANDA A NIVEL REGIONAL.	162
FIGURA 37. PRODUCCION NACIONAL DE LADRILLOS.	163
FIGURA 38. DIAGRAMA DEL PRONÓSTICO DE LA OFERTA REGIONAL.	167
FIGURA 39. BALANCE ENTRE LA DEMANDA Y LA OFERTA DE LADRILLERAS.	169
FIGURA 40. TENDENCIA DE LA EVOLUCION DE PRECIOS DE LADRILLOS BLOCKER 12.	170
FIGURA 41. TOLVA DE CARGA (TOLVA DE ALIMENTACION).	179
FIGURA 42. CAJON ALIMENTADOR.	180
FIGURA 43. MOLINO DE MARTILLOS.	181
FIGURA 44. MOLINO DE RODILLOS.	182
FIGURA 45. MAQUINA MEZCLADORA.	184
FIGURA 46. MAQUINA EXTRUSORA.	185
FIGURA 47. MAQUINA SECADORA.	187
FIGURA 48. CURVA FORMADA EN EL PROCESO DE COCCION.	190
FIGURA 49. ESQUEMA DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL PROYECTO.	191
FIGURA 50. HORNO CONTINUO – HORNO TUNEL.	193
FIGURA 51. ZONAS DEFINIDAS DEL HORNO TUNEL.	195
FIGURA 52. PLANO DE DISTRIBUCION DE AREAS FISICAS DEL PROYECTO.	198
FIGURA 53. DIAGRAMA DE FLUJO (FLOW SHEET) DE PLANTA LADRILLERA.	199

RESUMEN

La tesis de maestría en Ingeniería Civil, con mención en Gerencia de la Construcción, titulada *Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque de la comunidad Mosocllacta, Anta, Cusco*, tiene como objetivo determinar la calidad de la arcilla y su idoneidad para la fabricación de ladrillos tipo Blocker II.

El estudio se desarrolló en tres etapas: campo, laboratorio y gabinete. En campo se realizó el levantamiento topográfico a escala 1:5000, mapeo geológico y prospección para ubicar seis puntos de muestreo, donde se excavaron calicatas y se obtuvieron muestras representativas de suelo.

En laboratorio, las muestras fueron sometidas a ensayos físicos, análisis mineralógico y químico, mientras que los ladrillos fabricados se evaluaron mediante ensayos mecánicos. La clasificación SUCS determinó que tres muestras corresponden a arcillas de baja plasticidad (CL) y tres a limos de baja plasticidad (ML). Solo dos muestras cumplen con los requisitos de plasticidad.

Mineralógicamente, una muestra se aproxima a las especificaciones técnicas, mientras que las otras presentan deficiencias en cuarzo o exceso de calcita. Químicamente, solo una muestra cumple los rangos adecuados. Finalmente, de siete diseños de mezcla, tres ladrillos alcanzan la resistencia requerida, evidenciando una factibilidad limitada del material.

PALABRA CLAVE: Control de calidad, Arcilla, Factibilidad, Ladrillos.

PISIYACHISQA

Kay tesis maestría nisqaqa Ingeniería Civilmanta, Gerencia de la Construcción nisqapi rimarispas, sutiyuq Arcilla allin kay kamachiy hinaspa ladrillokuna ruwana atiy San Roque concesiónpi, Mosocllacta Ilaqtapi, Anta, Cusco, chayqa arcillapa allin kayninta hinaspa allin ruwanakunapaq (ladrillo Blocker II) chayta yachayta munan.

Kay yachayqa kinsa etapakunapi rurakurqan: chakra (campo), laboratorio hinaspa gabinete. Chakrapa rurakurqan topográfico plano 1:5000 escalapi, geológico mapeo hinaspa prospección, suqta muestreo puntokuna maskaspa; chaypi allpata allqospa (calicatas), muestras allin rikch'akuqkunata hap'irqanku.

Laboratoriopi, muestras nisqakuna ensayokunaman churakurqan: físico, mineralógico hinaspa químico análisis; chaymantataq ladrillokuna ruwasqa mecánico ensayokunawan evaluakurqan. SUCS nisqawan clasificaciónqa rikuchin kimsa muestras arcilla pisilla plasticidadniyuq (CL) kasqanta, hinaspa kimsa limo pisilla plasticidadniyuq (ML) kasqanta. Iskayllaña muestrasmis plasticidadpa requisitonta junt'an.

Mineralógicamente, huk muestraqa especificación técnicaman qayllan, ichaqa wakinkunaqa cuarzo pisiyuq utaq calcita aswan achka kasqanrayku mana junt'ankuchu. Químicamente, hukllaña muestraqa allin rangopi kachkan. Tukukuypi, qanchis mezcla diseñokunamanta, kimsa ladrillokunaqa munasqa kallpata (resistencia) tarinku, chaymi materialpa pisi atiy (limitada factibilidad) kasqanta rikuchin.

LLIMPIY: Allin kay kamachiy, Ñiqi allpa, Atiy atisqa kay, Ladrillu.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación del problema

En visita a la provincia y distrito de Anta, específicamente la comunidad de Mosocllacta, revisión de la bibliografía relacionada a las actividades económicas en el distrito de Anta, según el instituto Nacional de Estadística e Informática INEI-XI Censo de población y VI de vivienda el 48% de la población económicamente activa PEA se dedica a la Agricultura, ganadería, caza y silvicultura.

Tabla 1

Actividades económicas en el distrito de Anta

Variable/Indicador	Distrito Anta	
	Cifras absolutas	%
PEA ocupada según actividad económica	5,520	100
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	2,650	48
Construcción	409	7
Comercio	683	12
Hoteles y restaurantes	258	5
Transporte y comunicación	386	7
Enseñanza	258	5
Servicio social y de salud	57	1
Otras actividades	733	13

Nota: INEI-XI Censo de Población y VI Vivienda del 2007.

La provincia de Anta, tiene potencial de minería no metálica que no está siendo aprovechada por falta de una política pública, asesoramiento técnico, financiamiento y participación ciudadana, cuya actividad económica está más orientada a la agricultura y ganadería. (Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Anta, 2025)

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2019) en su catastro minero tiene registrado la concesión minera no metálica que forma parte de esta investigación, con los siguientes datos: **Titular:** Comunidad de Mosocllacta, **Concesión:** San Roque, **Hectáreas:** 100.00; La cual no cuenta con estudios de

análisis físicos y químicos de los suelos finos (limos y arcillas). que conforma un 60% de la concesión mencionada.

Inicialmente esta concesión estuvo produciendo ladrillos de arcilla artesanalmente, en convenio con la Municipalidad Provincial de Anta, pero por problemas de presupuesto fue paralizado.

El año 2019 esta concesión estaba alquilada a una empresa privada la cual producía bloques de concreto. Posteriormente para el año 2020 la concesión volvió a ser alquilada a la empresa “El Amigo Noa”, naturales de la ciudad del Cusco, dedicados a la fabricación y venta de ladrillos de arcilla tipo Blocker de las dimensiones de 10x20x30cm y 12x20x30 cm.

La concesión actualmente no cuenta con estudios técnicos de la materia prima (Arcilla), por lo que se propone este tema de investigación, de implementar los controles de calidad a la materia prima (arcilla) y al producto (ladrillo), pero como se conoce que en esta provincia la fabricación de ladrillos es más artesanal, el aporte de esta investigación ayudará a que estos productores conozcan la calidad de su materia prima (arcilla) y tengan otro enfoque en la fabricación de ladrillos de arcilla, mecanizando su proceso, modernizar sus hornos e incrementar el volumen de producción entre otros.

En la provincia y distrito de Anta existen fábricas de ladrillos de arcilla, las más próximas a la zona de estudio son tres: Ladrillera Quishuarpata S.A.C, Ladrillos Anta E.I.R.L y Ladrillos Internacional S.A.C, ubicados en los distritos de Pucyura y Anta respectivamente; Estas ladrilleras no cuentan con un sistema o protocolo de control de calidad tanto de la materia prima arcilla y como del producto ladrillo.

Para cambiar esta realidad en la provincia de Anta se debe implementar políticas públicas que promuevan y capaciten a las empresas y trabajadores de este

rubro para la implementación de protocolos de control de calidad de materia prima arcilla y del producto ladrillo en todas las fábricas.

Se tiene antecedentes de proyectos complementarios realizados en las ladrilleras de la provincia de Cusco distrito de San Jerónimo, con lo cual se elaboró una “Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales 2010” del Ministerio de la Producción, formulada con el propósito de asistir a los empresarios ladrilleros artesanales del Cusco y diferentes regiones del Perú, para plantear medidas concretas para optimizar los costos de producción, incrementar la productividad y cambiar la gestión comercial, utilizando tecnologías de bajo impacto ambiental.

El pronóstico es que, si no se trabaja este problema con participación del estado, universidad y empresa, estaremos rezagados frente a los cambios tecnológicos y normativos, para modernizar las fábricas y obtener productos de calidad.

En la provincia y distrito de Anta, el mercado actual para la venta de ladrillos no exige certificados de calidad del producto, como se exige para obras de mayor envergadura, pero con la modernización y avance tecnológico esto ira cambiando progresivamente hasta que sea obligatorio presentar la certificación de calidad de los ladrillos.

La comunidad de Mosocllacta depende netamente de la actividad agrícola y ganadera, pero como anteriormente trabajaron produciendo ladrillos de forma artesanal, cuenta con conocimientos empíricos en el rubro transformativo de fabricación de ladrillos de arcilla, un impedimento es la falta de capital y asesoramiento técnico que limita la dedicación a esta actividad, además del desconocimiento de la calidad de la arcilla de zona, la cual podría formar parte de sus actividades económicas que mejoraría sus ingresos económicos.

Con el siguiente estudio se plantea realizar un estudio técnico de campo, análisis mineralógico, químico, ensayos de mecánica de suelos y resistencia a la compresión; de muestras de arcilla y ladrillo de la concesión San Roque, para comprobar si la materia prima arcilla y producto terminado ladrillo, cumple el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E.070 Albañilería, 2020) y especificaciones técnicas y valores guía del “*Manual para la evaluación geológica – técnica de recursos minerales de construcción*”. (Lorenz L & Gwosde W. 2004)

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la calidad de arcilla, factible para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco 2017?

1.2.2. Problemas Específicos

1. ¿Cuáles son los constituyentes minerales de la arcilla, factibles para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017?

2. ¿Cuál es la composición química de la arcilla, factibles para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017?

3. ¿Cuáles son las propiedades físicas de la arcilla, factibles para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017?

4. ¿Cuál es la resistencia a la compresión de ladrillo, factible para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017?

5. ¿Cuál es el porcentaje de absorción por inmersión en agua por 24 h del ladrillo, factible para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco 2017?

1.3. Justificación de la Investigación.

Para aclarar este punto según el autor Méndez (2012), la investigación puede tener una justificación: Teórica, Práctica o Metodológica.

Esta investigación, está dirigida a conocer la calidad de suelos mediante análisis y ensayos de laboratorio, con lo cual evidenciaremos la factibilidad para elaborar y fabricar ladrillos en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta, Anta - Cusco. En segundo plano se dará a conocer la composición mineralógica, composición química, clasificación de suelos, resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla y porcentaje de absorción de ladrillos.

Conocer los tipos de suelo que existen en la concesión San Roque y cuáles son los idóneos para elaborar mezclas para la fabricación de ladrillos de arcilla. Para lo cual se moldeara ladrillos de prueba que se someterá a pruebas de resistencia a la compresión y absorción.

Si los resultados de las pruebas al ladrillo de arcilla, cumplen los requisitos de la norma E.070 de albañilería, podremos afirmar que el suelo y arcilla de la concesión San Roque es apto para fabricar ladrillos de arcilla tipo Blocker.

La provincia de Anta con respecto a los recursos mineros cuenta con un potencial minero no metálico, puesto que presenta canteras de explotación de diferentes materiales como yeso en los distritos de Anta, Cachimayo y Limatambo, con 50,000 toneladas métricas (Tm).

Se dispone también de materiales de cantera, como grava y arena, en el distrito de Limatambo, con un volumen estimado de 1 millón de toneladas métricas. Asimismo, las reservas de arcilla en el distrito de Anta alcanzan aproximadamente las 280,000 toneladas métricas. Adicionalmente, se han identificado canteras de piedra en los distritos de Cachimayo y Limatambo.

Además, cuenta con recursos mineros no metálicos importantes para la economía familiar y de la municipalidad que es la sal mineral para ganado, encontrado en el distrito de Limatambo, piedra chancada en el distrito de Zurite, piedra para acabados de construcción en el distrito de Huarcocondo.

En la naturaleza la composición mineralógica variada de la arcilla para ladrillos, como la composición química fluctuante. Las propiedades físicas que determinan la aplicación técnica de la materia prima, dependerán de la naturaleza de los minerales arcillosos, la composición mineralógica de la arcilla y también de la distribución granulométrica de los minerales (W. Lorenz & W. Gwosdz, 2004).

Para el uso de la arcilla en la fabricación de ladrillos de la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco, el control de calidad de la arcilla es determinante para la factibilidad de fabricación de ladrillos (Del Río, 1975, citado en Barranzuela, 2014).

Tabla 2

Población urbana y rural en la provincia de Anta, región Cusco.

Provincia	Total	Urbana		Rural	
		Absoluto	%	Absoluto	%
Total	1205527	731252	100.0	474275	100.0
Cusco	447588	432662	59.2	14926	3.1
Acomayo	22940	10384	1.4	12556	2.6
Anta	56206	16907	2.3	39299	8.3
Calca	63155	28308	3.9	34847	7.3
Canas	32484	3870	0.5	28614	6.0
Canchis	95774	59677	8.2	36097	7.6
Chumbivilcas	66410	15794	2.2	50616	10.7
Espinar	57582	33241	4.5	24341	5.1
La Convención	47148	57019	7.8	90129	19.0
Paruro	25567	0	-	25567	5.4
Paucartambo	42504	3990	0.5	38514	8.1
Quispicanchi	87430	38049	5.2	49381	10.4
Urubamba	60739	31351	4.3	29388	6.2

Nota: Datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI – Censos nacionales 2017.

La falta de empresas formales de fabricación de ladrillos de arcilla que produzcan ladrillos que cumplan con los parámetros técnicos de calidad en la provincia Anta y región de Cusco.

Además, esta investigación contribuirá a las buenas prácticas en las construcciones puesto que la implementación de los estándares de control de calidad de los ladrillos de arcilla mejorara la calidad de las construcciones, en vista que la región Cusco está influenciada por fallas geológicas que determinan que las construcciones deben tener características antisísmicas.

Este tipo de investigación se ha realizado en otras regiones específicamente la Costa, donde el ladrillo de arcilla es el producto más empleado en la construcción de muros de edificios y viviendas. Pero en nuestra región se está modificando los procesos constructivos con la difusión del uso de ladrillos, tanto en el ámbito urbano y rural.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el control de calidad de arcilla y determinar la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta - Anta – Cusco 2017.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Evaluar los constituyentes minerales de la arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017.
2. Evaluar la composición química de la arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017.

3. Evaluar las propiedades físicas de la arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017.
4. Evaluar la resistencia a la compresión de ladrillo y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017.
5. Evaluar el porcentaje de absorción por inmersión en agua de ladrillo y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco 2017.

CAPITULO II

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Generalidades de control de calidad

El control de la calidad es inherente a todo tipo de proceso y/o servicio y es de carácter universal, para lo cual las organizaciones internacionales como la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), organizaciones nacionales como el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL) y asociaciones como la “American Society for Testing and Materials” o Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM); elaboran, actualizan y comercializan las normas técnicas para los ensayos de materiales.

Como podemos entender que La calidad no es un término reciente en las actividades comerciales actuales. En 1887, William Cooper Procter, nieto del fundador de Procter & Gamble, se dirigió a sus trabajadores diciendo: El primer trabajo que tenemos es producir mercancía de calidad que los consumidores comprarán y seguirán comprando. (Evans & Lindsay, 2014).

2.1.2. Norma ISO 9001: 2015. Sistema de Gestión de la Calidad

Es una norma internacional elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) que se aplica a los Sistemas de Gestión de Calidad de organizaciones públicas y privadas, independientemente de su tamaño o actividad empresarial.

2.1.3. Ley N° 30224, Ley que crea el Sistema Nacional de la Calidad y el Instituto Nacional de Calidad.

En el Perú, el Congreso de la República aprobó la ley 30224, el 08/07/2011, fue promulgada el 10/07/2011 y publicada en el diario oficial El Peruano el

11/07/2014. Con este instrumento legal crea el Sistema Nacional para la Calidad (SNC) y el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), para ser aplicado por las instituciones públicas y privadas que integren el Sistema Nacional de la Calidad (Ley 30224, 2014).

2.1.4. Instituto Nacional de Calidad (INACAL)

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) constituye un organismo público técnico especializado, adscrito al Ministerio de la Producción, que cuenta con personería jurídica de derecho público y goza de autonomía en los ámbitos administrativo, funcional, técnico, económico y financiero.

Dentro de sus funciones están:

- Conducir el Sistema Nacional para la Calidad, acorde con los principios y disposiciones previstos en la Ley N° 30224.
- Elaborar la propuesta de la Política Nacional para la Calidad y sustentarla ante el Consejo Nacional para la Calidad (CONACAL).
- Establecer y regular las actividades relacionadas con la normalización, la acreditación y la metrología, en concordancia con estándares y códigos internacionales reconocidos, conforme a los convenios y tratados suscritos por el Perú.
- Conducir y administrar los procesos de normalización, metrología y acreditación, con la facultad de delegar funciones específicas en los integrantes del Sistema Nacional para la Calidad (SNC).
- Administrar el servicio nacional de información sobre normas técnicas y evaluación de la conformidad, previsto sobre obstáculos técnicos al comercio de la Organización Mundial del Comercio (OMC).

- Promover que instituciones públicas y privadas promuevan la práctica y principios de gestión de la calidad, y el uso de instrumentos de calidad.

2.1.5. Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-070, Albañilería

Esta norma peruana regula los requisitos y las características mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la verificación de las unidades de albañilería o ladrillo. (Norma E. 070 Albañilería, 2006)

2.1.6. Norma Técnica Peruana NTP 339.128, 1999. Revisada el 2019 (Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico)

La Norma Técnica Peruana (NTP) mencionada, fue aprobada mediante resolución N° 0056-2014/CNB-INDECOPI. Tiene como objetivo aplicar el procedimiento para el análisis granulométrico por tamizado y por sedimentación de suelos.

2.1.7. Norma Técnica Peruana NTP 339.633, 2017 Unidades de Albañilería. Terminología y definiciones

El Comité Técnico de Normalización de unidades de albañilería presento a la Dirección de Normalización (DN), con fecha 2017-10-06, el PNTN 339.633:2017, para su revisión y aprobación. Cuyo objeto es uniformizar términos y definiciones generales de los términos más utilizados en albañilería y unidades de albañilería (ladrillos).

2.1.8. Norma Técnica Peruana NTP 331.017 revisada el 2015. Unidades de Albañilería; Ladrillos de arcilla usados en albañilería; Requisitos

La Norma Técnica Peruana (NTP) referida fue aprobada mediante resolución N° 0110-2003/INDECOPI-CRT. Con el objeto de establecer los requisitos que deben cumplir los ladrillos de arcilla usados en albañilería estructural y no estructural.

2.1.9. Norma Técnica Peruana NTP 399.613: 2017 Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

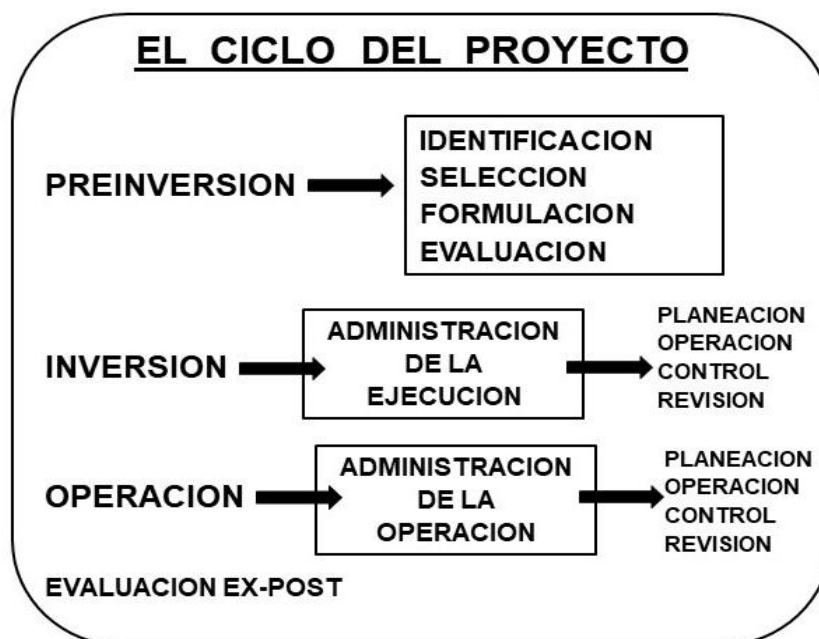
El Comité Técnico de Normalización de Unidades de albañilería presento a la Dirección de Normalización (DN), con fecha 2017-10-20, el PNTP 399.613: 2017. Para su revisión y aprobación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana. Con el objeto de establecer los procedimientos de muestreo y ensayos de control de calidad de los ladrillos de arcilla.

2.5. El ciclo de un proyecto.

El ciclo de un proyecto para su concepción debe transitar por las etapas que se muestra a continuación en la Figura 1.

Figura 1

Ciclo de un proyecto



Nota: Recopilada de Gestión de Proyectos. (Miranda, 2014).

Son las diferentes etapas por las que atraviesa el proyecto desde que se concibe la idea hasta que se materialice en una obra o acción concreta (Miranda, 2014).

2.5.3. Preinversión

La preinversión es la primera etapa del ciclo de un proyecto que, según Miranda, (2014). Para entender el concepto de preinversión detallaremos cada uno de sus componentes.

a) Identificación de Proyectos.

Se basa en explicar los fundamentos principales del problema, el planteamiento de posibles alternativas de solución o cómo se puede aprovechar una oportunidad. Este problema frecuentemente tiene que ver con la oportunidad de manejar de forma favorable una situación o enfrentar la escasez de bienes y servicios o abastecimiento incorrecto de bienes como la mala calidad, garantizar la oferta por tiempo indefinido. Por esta razón la solución consiste en encontrar alternativas para sacar provecho de estas oportunidades (Miranda, 2014).

b) Selección de Proyectos

En esta situación el proceso de selección de un proyecto para el empresario privado, por lo general debe ser simple o mínimamente no ser tan complejo como se expone, básicamente a la hora de una selección en el aspecto. El conocimiento que utiliza el empresario privado para elegir, siempre será el proyecto que maximice su beneficio, tomando en consideración las limitaciones de capital y la exposición al riesgo. Finalmente el empresario privado, analiza y evalúa diferentes opciones que a las que puede asignar su capital, utilizando indicadores de rentabilidad basado en el principio de costo beneficio para cada opción viable, el empresario finalmente seleccionara aquella que maximice su función objetivo vale decir su beneficio (Miranda, 2014).

c) La formulación del Proyecto

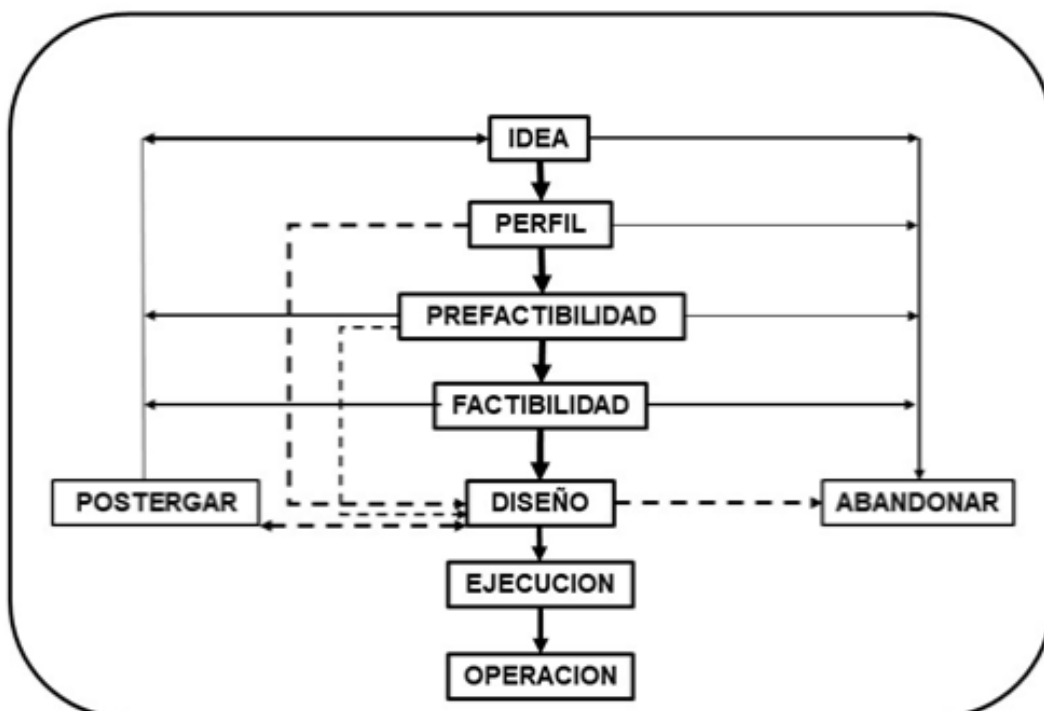
Etapa de Formulación o Preinversión, permite clarificar los objetivos del proyecto, analizando en detalle las partes que lo componen. Esta dependerá del nivel de estudio de los aspectos que conforman, se denomina estudios a los siguientes procesos:

- Identificación de la idea.
- Perfil preliminar.
- Estudio de prefactibilidad.
- **Estudio de factibilidad.**
- Diseño definitivo.

En cada uno de ellos se examina la viabilidad técnica, económica, financiera, institucional y ambiental; y el beneficio social del proyecto de inversión. (Miranda, 2014).

Figura 2

Etapas de estudio para tomar la decisión de ejecutar un proyecto



Nota: Adaptado de Gestión de Proyectos. (Miranda, 2014).

2.5.4. Estudio de Factibilidad

Cuando hay incertidumbre acerca de la viabilidad de un proyecto en aspectos claves, es necesario revisar y depurar la información para mejorar el respaldo a los indicadores de evaluación. La decisión de avanzar hacia la etapa de factibilidad es tomada por la alta dirección y por lo general, implica gastos financieros, tiempo y costos políticos significativos (Miranda, 2014).

Los estudios de preinversión se dividen metodológica y prácticamente en dos partes:

- Formulación (gestión y análisis de información)
- Evaluación (aplicación de técnicas y criterios para determinar la conveniencia del proyecto).

Las instituciones financieras asignan distintos grupos de expertos para revisar cada parte, asegurando objetividad en la gestión de información, manejo de indicadores y uso de criterios (Miranda, 2014).

Los estudios de prefactibilidad y factibilidad suelen ser realizados por los interesados directamente (inversionistas privados o empresas estatales) o mediante consultorías de empresas nacionales o internacionales, dependiendo de la magnitud e importancia del proyecto (Miranda, 2014).

Un estudio de factibilidad debe abordar los siguientes aspectos:

- Identificación completa del proyecto mediante el estudio de mercado, tamaño, ubicación y tecnología.
- Diseño del modelo administrativo apropiado para cada etapa del proyecto.
- Estimación de las inversiones necesarias, su cronología, costos operativos e ingresos.
- Identificación de fuentes de financiamiento.

- Definición de términos contractuales y pliegos de licitación para adquisición de equipos.
- Presentación del proyecto a las autoridades de planificación, si es necesario.
- Aplicación de criterios de evaluación financiera, económica, social y ambiental.

El estudio de factibilidad determinará si se espera, se abandona o se mejora el proyecto (Miranda, 2014).

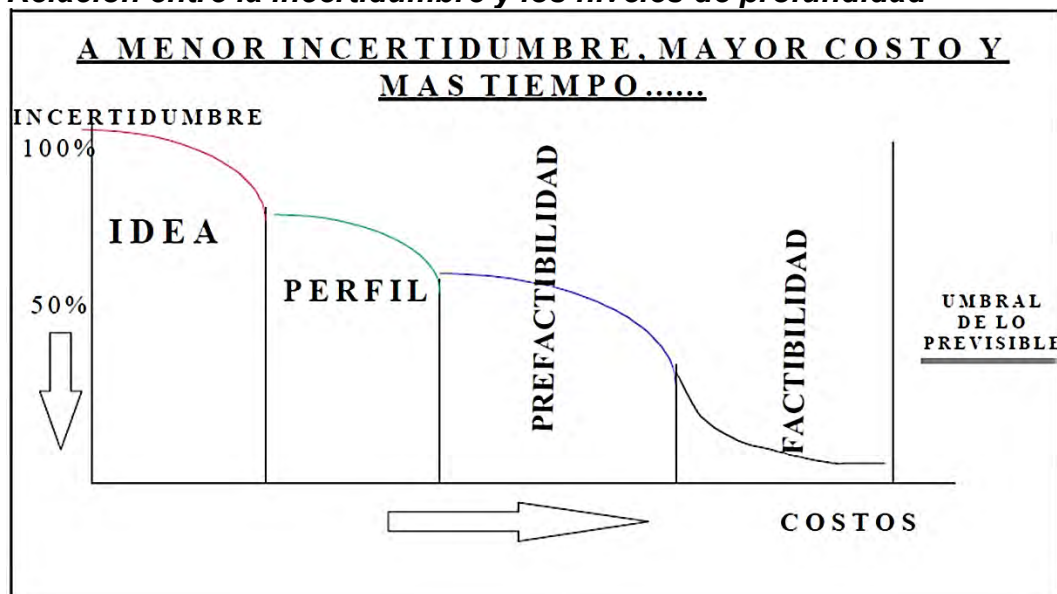
Según Miranda (2014), el objetivo de un estudio de factibilidad se resume en:

- Verificar la existencia de un mercado potencial o una necesidad insatisfecha.
- Demostrar la viabilidad técnica y disponibilidad de recursos humanos, materiales, administrativos y financieros.
- Confirmar las ventajas financieras, económicas y sociales de asignar recursos para producir bienes o servicios.

En resumen, el estudio de factibilidad es una tarea que requiere la intervención de diversos talentos especializados en diferentes áreas, lo que implica altos costos y tiempo suficiente para su realización.

Figura 3

Relación entre la incertidumbre y los niveles de profundidad



Nota: Recopilada de Gestión de Proyectos (Miranda. 2014).

2.3. Marco conceptual (Palabra clave).

2.3.1. Marco Filosófico y Epistemológico de la Investigación

2.3.1.1. Principios de calidad.

Uno de los aspectos más relevantes en los principios de calidad se refiere a la perspectiva general de los gerentes y ejecutivos. De acuerdo con Evans et al. (2014), estos líderes han perdido interés en la calidad, enfocándose más en reducir costos, optimizar desperdicios y disminuir tiempos de producción. Para abordar este problema, se sugiere volver a los criterios básicos de medición de calidad, llegando al origen de los problemas y comparando el nivel de mejora en la satisfacción del usuario, el incremento del tiempo promedio para que se dé una falla, la disminución del porcentaje de defectos en 90 días de uso y la reducción de la tasa de retorno.

Evans et al. (2014) resaltan la importancia de sentir orgullo por el trabajo realizado y evaluar si se ha hecho el mejor esfuerzo al final del día. Para abordar los hábitos laborales deficientes, es necesario regresar a los fundamentos y valores como el trabajo duro, el orgullo por el logro de objetivos, la formación técnica y los valores familiares.

2.3.1.2. Calidad en la fabricación o producción

La calidad en la fabricación, según Evans et al. (2014), se basa en un sistema de fabricación descrito a continuación:

a) Sistemas de fabricación

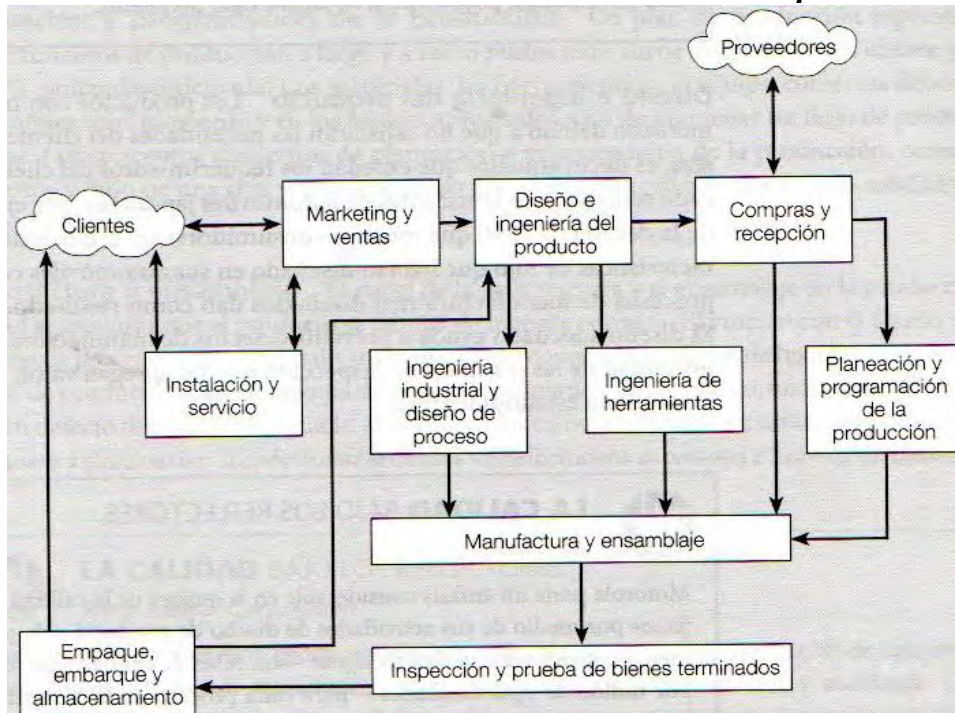
Evans et al. (2014) afirma que "la gestión de la calidad está arraigada en el proceso de fabricación o producción". Por lo tanto, se debe comenzar desde este punto (ver figura 4), donde se ilustra un sistema de fabricación o proceso característico que incluye las relaciones entre las diferentes funciones.

- **Marketing y ventas.** Milton Hershey, fundador de Hershey Foods Corporation, comprendió la relación entre calidad y ventas al afirmar: "Denles calidad esa es la mejor publicidad en el mundo". Por los 68 años que lideró Hershey Foods, no necesitó publicidad en medios masivos de comunicación. Marketing y ventas involucran mucho más que anunciar y vender. (Evans et al, 2014)

Actualmente, los empleados de marketing y ventas juegan un papel crucial en la calidad, al comprender qué productos y características desean los consumidores y cuánto están dispuestos a pagar. Esta información permite a las empresas definir los productos adecuados para fabricar, considerando las restricciones tecnológicas y presupuestarias de la organización. Además, el personal de ventas es responsable de obtener retroalimentación sobre el desempeño del producto y los clientes para transmitirla a diseñadores e ingenieros y así realizar mejoras. (Evans et al, 2014)

Figura 4

Relaciones funcionales en un sistema de fabricación o producción típico



Nota: Recopilada del texto Administración y Control de La calidad (Evans et al, 2014).

- **Diseño e ingeniería del producto.** La ingeniería del producto es esencial, ya que los productos con falta de ingeniería no podrán competir en el mercado al no satisfacer las expectativas del consumidor.

Por otro lado, aquellos con ingeniería excesiva pueden exceder las expectativas del cliente y no encontrar un mercado rentable (Evans et al, 2014).

- **Compras y recepción.** En el área de compras, la calidad y puntualidad en la entrega de partes (materia prima) y servicios adquiridos son fundamentales.

El área de Compras puede contribuir al logro de la calidad de una empresa según Evans et al. (2014) mediante actividades como:

- Seleccionar proveedores conscientes de la calidad.
 - Asegurar que las especificaciones técnicas, términos de referencia y órdenes de compra de productos y servicios reflejen claramente los requerimientos de calidad establecidos por el área de diseño e ingeniería.
 - Convocar al personal técnico de la empresa, comprador y proveedor para diseñar productos y solucionar problemas técnicos.
 - Establecer relaciones a largo plazo con proveedores basadas en valores éticos como la confianza.
 - Consolidar relaciones duraderas con compradores y proveedores.
 - Ofrecer capacitación a los proveedores para la mejora continua de la calidad.
 - Mantener una comunicación constante con los proveedores para informar sobre inconvenientes relacionados con sus bienes.
 - Establecer buenos canales de comunicación con los proveedores para informar sobre cambios en políticas de calidad y diseño.
- **Manufactura y ensamblaje.** El rol del área de manufactura y ensamblaje en la obtención de calidad es garantizar que un producto se fabrique correctamente.

La relación con el diseño y la ingeniería de proceso es inseparable, ya que manufactura no podría desarrollar su labor sin un diseño del producto y técnicas adecuadas de producción.

Durante la etapa de producción, ningún defecto debe ser aceptado, y si esto ocurre, se debe identificar sus causas y eliminarlas (Evans et al, 2014).

- **Ingeniería industrial y diseño de proceso.** Los ingenieros industriales y diseñadores de procesos deben coordinar y trabajar con los diseñadores del producto para precisar detalles acordes a la realidad. Además, son responsables de elegir tecnologías, equipos y métodos de trabajo adecuados para obtener productos de calidad (Evans et al, 2014).
- **Inspección y prueba de bienes terminados.** Si la calidad se incorpora adecuadamente en un producto, la inspección no será necesaria, excepto en casos de auditoría y pruebas funcionales. En cualquier caso, la inspección debe utilizarse con el propósito de obtener información para la mejora continua de la calidad y no solo para detectar y eliminar productos defectuosos (Evans et al, 2014).

2.3.1.3. Definición de calidad.

Actualmente, el concepto de calidad es impreciso debido a que las personas lo abordan desde diferentes perspectivas, como el proceso de producción y marketing. Además, su definición está en constante evolución y actualización según el avance y crecimiento del conocimiento (Evans et al., 2014).

El sector empresarial no concuerda con una definición única de calidad, ya que en estudios realizados en Estados Unidos se obtuvieron diversas respuestas, como perfección, Atterberg, eliminación de desperdicio, velocidad de entrega,

cumplimiento de procedimientos, proporcionar un buen producto, hacerlo bien la primera vez, entre otros (Evans et al., 2014).

2.3.1.4. Perspectiva de la calidad.

Existen varias perspectivas de calidad según Evans et al. (2014) se tiene las más importantes:

- **Perspectiva trascendente (crítica).** Aquí, la calidad es sinónimo de superioridad o excelencia. Walter Shewhart, pionero del Control de calidad en 1931, definió la calidad como la bondad de un producto, conocida como calidad trascendental o crítica. Basándose en esta perspectiva, la calidad es "absoluta y universalmente reconocible, una marca de estándares inflexibles y logro elevado". Desde este enfoque, la calidad no puede definirse exactamente, solo se identifica al observar el producto.
- **Perspectiva del producto:** Esta perspectiva considera que la calidad es la cantidad de características distintivas de un producto que corresponde a una calidad superior. La evaluación de atributos de un producto puede variar, lo que exigiría un estudio de mercado apropiado.
- **Perspectiva de la manufactura:** Desde este punto de vista, la calidad depende de la consistencia de los bienes y servicios. Por ejemplo, Coca-Cola se esfuerza por producir un producto en el que los consumidores confíen cada vez que lo adquieran, asegurando que tenga el mismo sabor en todo el mundo.

2.3.1.5. Definición de control

El control se refiere a las acciones que se llevan a cabo para garantizar la supervisión de un proceso de producción de bienes o servicios. Es importante tener control del proceso, ya que "el control es la actividad que asegura la conformidad con

los requisitos y permite emprender una acción correctiva cuando sea necesario para resolver problemas y mantener un rendimiento estable" (Evans et al., 2014).

El control del proceso es crucial por dos razones: en primer lugar, porque es la base para la gestión diaria y, en segundo lugar, porque no se pueden realizar mejoras a largo plazo en un proceso si no se encuentra bajo control. Este concepto fue aplicado durante el desarrollo del presente proyecto de investigación (Evans et al., 2014).

2.3.1.6. Control de calidad.

Al agregar el término de calidad, se refiere a las acciones realizadas para obtener un producto mejor. Por lo tanto, El **control de calidad** busca garantizar que los procesos se realicen de manera estable y predecible, identificando cuándo es necesario realizar alguna acción correctiva. Los datos y sistemas de medición adecuados son la base del control eficaz de la calidad, así como de su mejoramiento (Evans et al., 2014).

Con este fundamento, podemos afirmar que, si se implementa un buen control de calidad desde el inicio hasta el final de un proceso, se garantiza un producto de calidad.

2.3.2. Definición de arcilla.

La definición de arcilla varía de acuerdo a los diferentes fines que se le quiera usar o estudiar. Por consiguiente, es difícil establecer una definición que sea totalmente completa.

Para nuestro propósito se utiliza estas definiciones:

- **Arcilla 1:** Suelo que pasa el tamiz estándar N° 200 (75 µm), muestra propiedades plásticas con cierto porcentaje de contenido de humedad y ofrece fuerte resistencia cuando está seca.

- **Arcilla 2:** Según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.134), para fines de clasificación de suelos, La arcilla es la porción de grano fino de un suelo con un índice plástico (IP) igual o mayor a 4%, y en la carta de plasticidad cae en o sobre la línea A.
- **Arcilla 3:** La Norma Técnica Peruana (NTP 331.017), para requisitos de ladrillos de arcilla utilizados en albañilería, define que la arcilla es un agregado terroso compuesto principalmente de silicatos de aluminio hidratados, pasta plástica cuando está pulverizada y humedecida, rígida cuando se seca y vítrea cuando se quema a temperatura alta de 1000°C.
- **Arcilla 4:** Para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales, la arcilla es una mezcla de minerales de arcilla como filosilicatos (Illita, Halloysita y Clorita), minerales interstratificados y Esmectitas (Montmorillonita sódica y cálcica, Beidellita, Saponita, Stevencita, Hectorita), que son los minerales arcillosos más importantes. También incluye silicatos aciculares (Paligorskita, Sepiolita) denominados colectivamente "Hormitas" entre los minerales de arcilla. Un buen porcentaje de las arcillas está compuesto distintivamente por mica, cuarzo y feldespato (Lorenz et al., 2004).

2.3.2.1. Origen de la arcilla

Para definir el origen de la arcilla, se tienen diferentes perspectivas dentro de las más importantes mencionamos:

Desde la perspectiva de su origen, "la arcilla tiene diversos significados, como un depósito sedimentario, resultado de la meteorización, producto hidrotermal o consecuencia de una síntesis. La ambigüedad del significado de arcilla radica en que significa diferente para el ceramista, el geólogo, el edafólogo o el fabricante de ladrillos" (Besoain, 1985 citado en Barranzuela, 2014).

Gran parte de las rocas que forman la corteza terrestre están compuestas de feldespato, que es el mineral más abundante de la Tierra. Las rocas compuestas por feldespato se denominan rocas feldespáticas. La descomposición de estas rocas dará origen a la formación de arcilla (Rhodes, 1990 citado en Barranzuela, 2014).

El origen de la arcilla también puede definirse según el transporte de materiales. La arcilla para fabricación de ladrillos (greda) se forma más de manera alóctona que autóctona. Según Lorenz et al. (2004), tenemos:

- **Gredas autóctonas:** Arcilla arenosa que es resultado de los procesos de disolución y transporte de las partículas originales de una roca, formando depósitos de arcilla in situ por procesos hidrotermales y transformación de depósitos en agua salada o agua dulce (Lorenz et al., 2004).
- **Tierra arcillosa alóctona:** Arcillas sedimentarias formadas en ambientes lacustres, fluviales, eólicos y glaciares (Lorenz et al., 2004).

En resumen, el origen de la arcilla puede variar dependiendo de diversos factores, como el proceso de formación, la composición mineral y el transporte de los materiales. Estos factores influirán en las propiedades y características de la arcilla, lo cual es importante considerar en la fabricación de ladrillos y otros productos a base de arcilla.

2.3.3. Composición de la arcilla para fabricación de ladrillos.

2.3.3.1. Composición mineralógica de la arcilla

La composición mineralógica de la arcilla en su estado natural tiende a ser diversa:

En general, las arcillas en la naturaleza están compuestas por una variedad de minerales arcillosos. Principalmente, estos minerales de arcilla

son silicatos de aluminio, y también incluyen minerales hidratados que resultan de la meteorización de rocas aluminosas y silicatadas, así como sustancias con fragmentos de rocas y materiales coloidales (Del Río, 1975, citado en Barranzuela, 2014).

La mineralogía de las arcillas comunes es variada y está compuesta principalmente por minerales de arcilla que contienen Aluminio, Magnesio, Calcio y Hierro. El componente más frecuente es un mineral del grupo de las micas, como la Caolinita, Montmorillonita, Illita, Vermiculita, Halloysita, Sericita, Clorita, etc. (Del Río, 1975, citado en Barranzuela, 2014).

La arcilla está compuesta por minerales originados por diversos procesos que se describen a continuación:

Los minerales de arcilla se originan a través de procesos de meteorización y pedogenéticos (estudio de factores y procesos en la formación de suelos) de feldspatos y feldespatoideos. El cuarzo es un mineral detrítico no arcilloso y abundante en las arcillas comunes.

La Illita, un mineral arcilloso muy abundante en sedimentos y rocas sedimentarias, es uno de los minerales más presentes en las arcillas comunes. Es un silicato hidratado de aluminio y potasio cuya fórmula química es $(K,H_3O)(Al,Mg,Fe)_2(Si,Al)_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)][1]$, muy similar a la Esmectita (Díaz et al, 2009).

Tabla 3

Efecto de diferentes minerales en las propiedades de elaboración y cocción para ladrillos de arcilla, según Schmidt (1981)

Mineral	Tamaño de grano	Plasticidad, capacidad aglomerante, sensibilidad textural	Sensibilidad al secado	Comportamiento de cocción, color de cocción/quemado
Cuarzo	De grano grueso fino.	Reduce la plasticidad y por eso la capacidad aglomerante; empobrece; granos gruesos destruyen la textura.	Reducida	Mejora la resistencia al fuego; aumenta la sensibilidad al enfriamiento.
Feldespatos	Parcialmente con cristales muy gruesos	Reduce la plasticidad; empobrece.	Reducida	Produce la formación de la fase vítrea; a temperaturas más altas (> 1080°C) actúa en arcillas como fundente.
Carbonatos	Por parte macroscópico	Empobrecen	Reducida	Actúan como reguladores del color; pequeñas cantidades de cal actúan con óxido de hierro como fundente.
Óxidos de hierro	-	-	-	Actúan en atmosfera reductiva como fundente fuerte; en atmosfera oxidativa mayormente de cocción roja, en atmosfera reductiva de cocción marrón oscura a negra.
Pirita, Marcasita	Por parte macroscópico	-	-	Pueden producir manchas marrones en cocciones reductivas.

Nota: Adaptado del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Lorenz et al, (2004).

2.3.3.2. Composición química de la arcilla.

En relación a la composición química de las arcillas empleadas en la fabricación de ladrillos, se puede afirmar lo siguiente:

De acuerdo con Rhodes (1990), citado por Barranzuela (2014), las arcillas más puras son aquellas con un alto contenido de sílice y alúmina, y un bajo contenido de hierro y otras impurezas. Ejemplos de este tipo de arcillas incluyen el caolín y las arcillas muy plásticas. La composición química de las diferentes variedades de arcillas puede variar significativamente, debido a las condiciones en las que se formó la roca ígnea de la que provienen.

Tabla 4

Comparación entre el contenido químico de la corteza terrestre y la arcilla roja común para ladrillo.

Componentes	Corteza terrestre (%)	Arcilla roja común (%)
SiO ₂	59.14	57.02
Al ₂ O ₃	6.88	19.15
Fe ₂ O ₃	6.88	6.70
MgO	3.49	3.08
CaO	5.08	4.26
Na ₂ O	3.84	2.38
K ₂ O	3.13	2.03
H ₂ O	1.15	3.45
TiO ₂	1.05	0.91

Nota: Rhodes, (1990) citado en Barranzuela, (2014)

La composición y naturaleza de la arcilla determinan su uso y valor.

Algunos de sus componentes influyen en ciertas propiedades de la arcilla.

2.3.3.3. Especificaciones de la materia prima (valores guía) de la arcilla para ladrillo.

Las especificaciones a evaluar en la materia prima (arcilla para ladrillo) según Lorenz et al. (2004) incluyen:

- Distribución granulométrica.
- Composición mineralógica de la fracción fina (diámetro <2 mm).
- Contenido de cal y materia orgánica.
- Contenido de agua, capacidad de absorción de agua, límites de Atterberg y compactibilidad.

Adicionalmente, Albeiro Flores (2016) sugiere realizar otros ensayos como:

- Composición química de la arcilla.

- Preparación y evaluación de las pastas cerámicas (mezclado, conformado, secado y cocción).
- Análisis térmico de la arcilla.

Se encuentran valores guías referenciales para las propiedades de la arcilla y greda en la literatura, pero es importante tener en cuenta que cada material o materia prima potencial debe ser investigado y analizado en laboratorios. Los valores guía mineralógicos y químicos en la Tabla 4 se refieren a mezclas compuestas de diferentes materias primas utilizadas en la fabricación de ladrillos en países europeos (Lorenz et al., 2004).

a) Distribución granulométrica media de tierras arcillosas para ladrillo.

Una especificación técnica importante de la arcilla es la distribución granulométrica, ya que influye en el grado de empaquetamiento de las partículas (Lorenz et al, 2004). Las tierras arcillosas presentan tamaños de grano muy variados, desde partículas pequeñas (<0.002 mm), generalmente minerales de arcilla, hasta fracciones limosas ($0.002 - 0.06$ mm), arenosas ($0.06 - 2.0$ mm) y de grava fina (hasta 20 mm). Las tierras arcillosas suelen contener compuestos de hierro, que les dan colores marrón-amarillentos a marrones, y carbonatos de calcio.

Tabla 5

Variación de la composición granulométrica de tierras arcillosas (gredas)

Descripción	Fracción granulométrica (%)		
	Arena (0,06 - 2,0 mm)	Limo (0,002 - 0,06 mm)	Arcilla (< 0,002 mm)
Tierra arcillosa debilmente arenosa	25-43	40-50	17-25
Tierra arcillosa medianamente arenosa	35-53	30-40	17-25
Tierra arcillosa muy arenosa	45-68	15-30	17-25
Tierra arcillosa debilmente arcillosa	15-45	30-50	25-35
Tierra arcillosa areno-arcillosa	25-60	15-30	25-45
Tierra arcillosa limosa	5-33	50-65	17-30
Tierra arcillosa medianamente arcillosa	5-35	30-50	35-45

Nota: Adaptada del Manual para la Evaluación Geológica-técnica de Recursos Minerales de Construcción, Lorenz et al, (2004).

b) Límites de Atterberg de tierra arcillosa para ladrillos.

Entre las propiedades físico-técnicas de las tierras arcillosas utilizadas en la fabricación de ladrillos, se encuentran las propiedades plásticas.

Para comprender mejor el comportamiento de la tierra arcillosa en la conformación de mezclas para ladrillos, se definen algunas propiedades mecánicas principales de la arcilla. Juárez Badillo et al. (2018) explican que:

- **Plasticidad:** Es la principal propiedad mecánica de la tierra arcillosa que determina su idoneidad para la fabricación de ladrillos de arcilla, ya que permite mantener distintas formas al combinarse con cierta cantidad de agua.

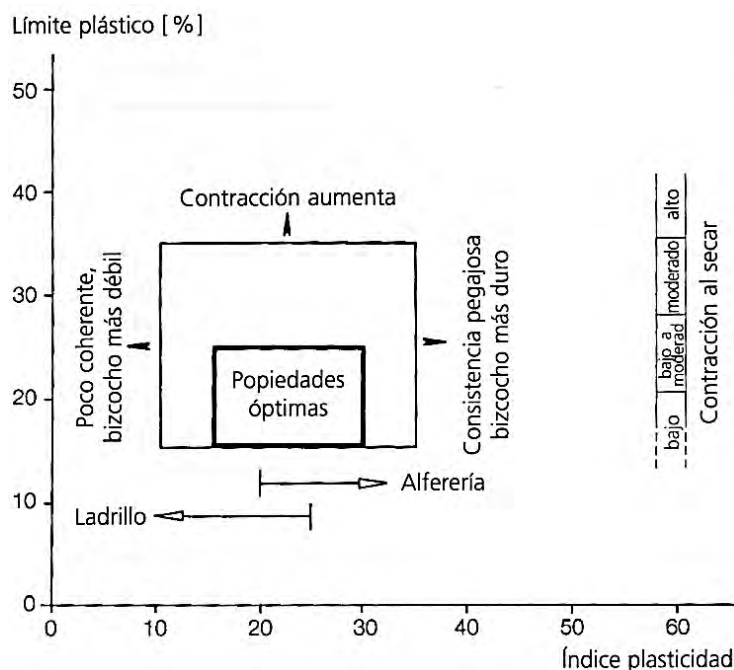
Juárez Badillo et al. (2018) también definen la plasticidad en la mecánica de suelos como la propiedad de un material para resistir deformaciones rápidas sin rebote elástico, sin cambios de volumen y sin destruirse ni agrietarse. Según investigaciones realizadas por Atterberg, Terzaghi y Goldschmidt, la plasticidad de los suelos está relacionada con la carga eléctrica de las partículas laminares, que generan campos que actúan como condensadores e influyen en las moléculas bipolares del

agua. En suelos plásticos, el espesor de estas capas de agua sólida y viscosa es considerable.

Por otro lado, Lorenz et al. (2004) señalan que la idoneidad técnica de una arcilla se evalúa inicialmente mediante los Límites de Atterberg (Límites de Atterberg), que consisten en calcular el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo. Estas propiedades plásticas de la arcilla se utilizan como guía preliminar para posibles usos. Sin embargo, para complementar las investigaciones, se deben realizar análisis de laboratorio para determinar la composición química, composición mineralógica y elaboración de briquetas de ladrillos.

Figura 5

Aplicación de los Límites de Atterberg para la valoración de la idoneidad técnica de tierras arcillosas de ladrillo, Alemania



Nota: Adaptado del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Lorenz et al. (2004)

c) Composición química y mineralógica media de arcillas para ladrillos.

La granulometría y los límites de Atterberg de la arcilla son fundamentales, pero también es esencial investigar la conformación mineralógica y química. Estas características determinarán la proporción de los distintos componentes mineralógicos y químicos presentes en la muestra de arcilla (Lorenz et al., 2004).

Según Lorenz et al. (2004), la composición mineralógica de la arcilla suele incluir:

Están compuestas principalmente por sílice (SiO_2) y alúmina (Al_2O_3), a menudo acompañadas de compuestos de hierro que les confieren tonos marrón-amarillentos a marrones y carbonatos de calcio.

Existen varias técnicas o métodos para analizar la composición mineralógica y química de las arcillas. Una de las más populares y utilizadas es la fluorescencia de rayos X para determinar la composición química y la difracción de rayos X para identificar la composición mineralógica de una arcilla.

Tabla 6

Variación de la composición mineralógica y química media de masas arcillosas para la fabricación de ladrillos de arcilla, Alemania.

Composición	Campo de máxima frecuencia Pasta para ladrillos huecos y macizos
Composición mineralógica (%)	
Caolinita (<i>fire clay</i>)	0 - 15
Sericita + Illita	10 - 20
Esmectita	0 - 5
Clorita	0 - 5
Cuarzo	30 - 55
Feldespato	0 - 13
Calcita	0 - 10
Dolomita + Ankerita	<1
Goethita	<1
Hematita	<1
Siderita	<1
Pirita	<1
Yeso	<1
Hornblenda	<1
Resto, amorfo bajo rayos - X	1 - 10
Composición química (%)	
SiO ₂	49,2 - 68,0
Al ₂ O ₃	10,2 - 19,4
Fe ₂ O ₃	2,7 - 8,0
TiO ₂	0,3 - 1,7
CaO	0,3 - 9,4 ¹⁾
MgO	0,5 - 2,9
K ₂ O	1,3 - 4,0
Na ₂ O	0,3 - 1,2
CaCO ₃	0 - 18
CO ₂	0,04 - 1,0
Azufre total	0,04 - 0,56
PPR	4,2 - 9,1

Nota: ¹⁾ Para arcillas margosas hasta 13,5%; contenido máximo de cal, 30% CaCO₃ (=17%CaO); desde cerca de 17% CaCO₃ (=10% CaO) de cocción amarilla.

Adaptado del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Lorenz et al. (2004).

2.3.3.4. Calidad de arcillas para la fabricación de ladrillos

Sobre calidad de arcillas define Gallegos, (2005) citado en Barranzuela, (2014), define:

Las características de un depósito de arcilla son muy variables la cual está relacionada a los escenarios y elementos que participaron en su origen, por lo cual estas tienen características propias las cuales determinan sus propiedades cuando estas formen parte de una mezcla, como en nuestro caso para la elaboración de ladrillos de arcilla.

- Las arcillas empleadas para fabricar ladrillos en nuestra región generalmente son arcillas rojas y amarillas, conformado por materiales heterogéneos o impuros (generalmente secundarios)
- Las arcillas utilizadas en las mezclas tienen que poseer propiedades plásticas al mezclarlas con agua, y puedan ser trabajables usando moldes o dados de máquinas extrusoras que les dan la forma a las unidades de arcilla.
- Las partículas de la arcilla deben tener bastante adhesión para conservar la consistencia de la unidad de arcilla después de moldearlas y finalmente ser aptos para unirse fundiéndose a temperaturas elevadas (900°C).

De acuerdo a estos enunciados, son las arcillas superficiales las más aptas para ser usadas en la fabricación de ladrillos de arcilla. Además, este tipo de arcillas son más fáciles y accesibles de explotar porque corresponden a formaciones geológicas recientes, por lo cual son las más utilizadas. Pero por estar más expuestas, son propensas a la contaminación con sales por razones naturales o el empleo de fertilizantes en suelos agrícolas, que afectan en las unidades y las hacen más vulnerables a la Eflorescencia (Gallegos, 2005 citado en Barranzuela, 2014)

2.3.3.5. Impurezas frecuentes en las arcillas y su influencia sobre las unidades de arcillas

En la naturaleza, es raro encontrar arcilla completamente pura. Según Del Río (1975), citado por Barranzuela (2014), las arcillas naturales siempre contienen cierta cantidad de materiales extraños, conocidos como impurezas. Estas impurezas pueden estar presentes desde el origen de la arcilla o haberse incorporado posteriormente.

a) Impurezas de origen

Según Del Río (1975), citado por Barranzuela (2014), estas impurezas suelen provenir de los residuos de las rocas que se desintegraron durante la formación de la arcilla. Los minerales de cuarzo y mica son los más comunes y se encuentran en las mayores cantidades. De ahí que el cuarzo y la mica se consideren las principales impurezas. Aunque podrían encontrarse otros minerales, su presencia es tan mínima y escasa que generalmente se pasa por alto.

b) Impurezas accidentales

Según Del Río (1975), citado por Barranzuela (2014), estas impurezas suelen aparecer en las arcillas que han sido transportadas a lo largo de grandes distancias por fenómenos geológicos. Durante este desplazamiento, pueden depositarse en la arcilla elementos extraños. Entre estos se encuentran los carbonatos alcalinotérreos (calcio y magnesio), compuestos de hierro y el rutilo, un tipo de anhídrido titánico.

La pirita, un sulfuro de hierro, rara vez se encuentra en estado puro en las arcillas; sin embargo, puede estar completamente oxidada. Las arcillas que contienen pirita suelen ser porosas bajo la influencia del calor. Cuando se expone a una llama reductora, la pirita se transforma en sulfuro de hierro, que puede ser fácilmente convertido en polvo, dejando hendiduras en la arcilla. Sin embargo, cuando se expone a un fuego oxidante, se forman óxido de hierro y compuestos de azufre. Estas combinaciones sulfurosas pueden generar problemas durante la cocción de los ladrillos de arcilla y alterar su estructura. Por ejemplo, las unidades que contienen sulfuro de hierro pueden permanecer húmedas durante largos periodos de tiempo. Además, la oxidación de cada

crystal de sulfuro puede perturbar la homogeneidad de la arcilla circundante, lo que puede resultar en un fallo en la unidad (Del Río, 1975, citado en Barranzuela, 2014).

Además, Del Río (1975), citado por Barranzuela (2014), menciona otros elementos que también pueden considerarse impurezas accidentales son por ejemplo, la Cal, que se encuentra en forma de carbonatos. Aunque puede presentarse en forma de cristales definidos, lo más común es que esté finamente mezclada con la arcilla. Para detectar su presencia, es necesario realizar análisis químicos de la arcilla. Una alta concentración de carbonato de calcio en la arcilla puede causar que el ladrillo se agriete y pierda cohesión.

El sulfato de calcio también se encuentra entre estas impurezas, y puede presentarse en forma anhidra (Anhidrita) o hidratada (variedades de Yeso). Si la arcilla no se cuece adecuadamente, este sulfato se deshidrata y, al exponerse al aire húmedo, se vuelve a hidratar. Este proceso puede generar capilaridad en la masa de arcilla, lo cual disminuye su resistencia (Del Río, 1975, citado en Barranzuela, 2014).

2.3.3.6. Efectos de la calidad de la materia prima en la calidad final de las unidades de albañilería

De acuerdo con Del Río (1975), citado por Barranzuela (2014), las características y propiedades de las unidades de albañilería están influenciadas por varios factores, siendo uno de los más determinantes la composición química de la arcilla. Los procesos de moldeo y cocción también afectan la calidad final, pero se ajustan según las características de la arcilla.

El color de los ladrillos está vinculado a la presencia de hierro. Si su contenido es inferior al 7%, el ladrillo adquiere una tonalidad rojiza, mientras

que un porcentaje mayor resulta en una coloración azul oscuro. Además del hierro, un contenido de óxido de magnesio inferior al 1% genera una coloración amarilla. El óxido de hierro también puede producir ladrillos rojos y blancos con porcentajes inferiores al 5%. La presencia de carbono puede causar ladrillos oscuros en su interior si no se controla adecuadamente el proceso de cocción (Del Río, 1975, citado por Barranzuela, 2014)

Algunos minerales, como la sílice, la cal y el feldespato, confieren compacidad a las unidades de albañilería, pero un exceso de estos minerales puede afectar negativamente estas propiedades. Por lo tanto, la sílice debe estar en un rango del 50 al 60% y la cal en un rango inferior al 10%. Mantener estos límites ayuda a evitar la fractura de la unidad final. Además, la presencia de otros minerales, como el cuarzo, reduce la contracción y aumenta la refractariedad, mientras que la alúmina en rangos superiores al 5% incrementa la refractariedad de la unidad (Del Río, 1975, citado en Barranzuela, 2014).

Por otro lado, un exceso de cal, superior al 10%, puede causar deformación en la unidad. Del mismo modo, la presencia de carbono durante la cocción puede provocar hinchamiento en las unidades (Del Río, 1975, citado en Barranzuela, 2014).

Entre las características más relevantes de las unidades de albañilería, según Del Río (1975), citado por Barranzuela (2014), se deben considerar las siguientes:

- La ausencia de eflorescencia es crucial, lo que implica que el contenido de álcalis y ácidos en la materia prima debe ser inferior al 0.2%.

- La resistencia a la compresión es otro aspecto importante a tener en cuenta. Entre los minerales que afectan esta propiedad se encuentra el sulfato de calcio, que puede dar lugar a una unidad con baja resistencia a la compresión. La presencia de óxido de magnesio en porcentajes superiores al 1% puede causar deterioro por expansión.

Tabla 7

Propiedades físico técnicas (valores guía) de tierras arcillosas (no cocidas)

		Propiedades físicas
Materia prima	Granulometría	
	Arena	25 – 60 %
	Limo	15 – 50 %
	Arcilla	(<5) 10 – 15 %
	Limites de Atterberg	
	Limite plástico	(>10) 12 – 22 (<35) %
Limite líquido	(>25) 30 – 35 (<50) %	
	Índice de plasticidad ($W_L - W_P$)	7 – 18 (<29) %

Nota: Adaptado del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Lorenz et al. (2004).

2.3.4. Definición de ladrillo

Según mi interpretación, la descripción que encapsula con mayor precisión la idea de un ladrillo se refiere a este como:

Una unidad de albañilería, sólida o hueca, fabricada a partir de arcilla o esquisto arcilloso, que normalmente adopta la forma de un prisma rectangular y se somete a cocción en un horno. En esencia, el ladrillo es un tipo de cerámica (Norma Técnica Peruana, NTP 399.633, 2017).

2.3.5. Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E. 070. Albañilería, 2020

Esta norma técnica, contempla que los ladrillos de arcilla estructurales y no estructurales deben cumplir ciertas características de calidad.

2.3.5.1. Definición de tipos de unidad de albañilería

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través de la Norma E 070. Albañilería (2020), proporciona las siguientes definiciones para diferentes tipos de ladrillos:

- **Unidad de Albañilería Alveolar:** Este término se refiere a un ladrillo, sólido o hueco, que tiene cavidades o celdas de tamaño suficiente para alojar refuerzo vertical. Unidades utilizadas en la construcción de muros armados.
- **Unidad de Albañilería Apilable:** Este es un ladrillo con huecos que se coloca sin mortero.
- **Unidad de Albañilería Hueca:** Es un ladrillo cuya sección transversal, en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento, tiene un área equivalente menor al 70% del área bruta en el mismo plano.
- **Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza):** Es un ladrillo cuya sección transversal, en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento, tiene un área igual o mayor al 70% del área bruta en el mismo plano.
- **Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta):** Es un ladrillo con huecos que corren paralelos a la superficie de asiento.
- **Unidad de Albañilería Blocker II:** Es un tipo de ladrillo fabricado a partir de arcilla moldeada, extruida y cocida o quemada en un horno. Dimensiones: 12 x 17 x 28 cm. Peso: 4.2 Kg. Uso: Muros livianos.

2.3.5.2. Clasificación de unidades de albañilería para fines estructurales

Las unidades de albañilería para su aplicación en el diseño estructural, deberán tener las características indicadas en la tabla 8.

Tabla 8

Clasificación de unidades de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (Máxima en porcentaje)			ALABEO (Máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION f_b mínimo en MPa (Kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	+/- 8	+/- 6	+/- 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	+/- 7	+/- 6	+/- 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	+/- 5	+/- 4	+/- 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	+/- 4	+/- 3	+/- 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	+/- 3	+/- 2	+/- 1	2	17.6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	+/- 4	+/- 3	+/- 2	4	4.9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	+/- 7	+/- 6	+/- 4	8	2.0 (20)

Nota: ⁽¹⁾ Bloque usado en la construcción de muros portantes. ⁽²⁾ Bloque usado en la construcción de muros no portantes. (Norma E. 070 Albañilería, 2020).

2.3.6. Norma Técnica Peruana NTP 331.017, 2003 (Revisado, 2015). Unidades de Albañilería. Ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Los ladrillos deben cumplir ciertas características principales para su uso en la construcción:

Principalmente, estas unidades están diseñadas para la construcción de muros, tabiques, techos, suelos, entre otros, y deben poseer resistencia a la intemperie y resistencia nominal a la compresión (Barranzuela, 2014)

2.3.6.1. Características generales

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 399.633 (2017), Terminología y definiciones, los ladrillos también deben cumplir las siguientes características: En el ladrillo las dimensiones y peso deben permitir su manipulación con una sola mano. Un bloque es una unidad que, debido a su tamaño y peso, requiere ambas manos para su manejo. Esta regla se aplica a unidades de albañilería (ladrillos y bloques) fabricadas con arcilla o concreto.

2.3.6.2. Clasificación

Tipos: Los ladrillos de arcilla elaborados de acuerdo a la NTP deberán estar conforme a los cuatro tipos, tal como sigue:

Tipo 21: Para su uso donde se requiere alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.

Tipo 17: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.

Tipo 14: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

Tipo 10: Para uso general que requiere baja resistencia a la compresión.

2.3.6.3. Requisitos

a) Tamaño y dimensiones

Tamaño: El tamaño del ladrillo debe ser especificado por el comprador. Es de aplicación lo establecido por la Norma Técnica Peruana NTP 400.005.

Las máximas variaciones permisibles en las dimensiones de las unidades individuales no deben exceder las señaladas en la Tabla 9.

Tabla 9

Variaciones permisibles en las dimensiones

Dimensión especificada mm.	Máximas variaciones permisibles respecto a la dimensión especificada, más o menos (mm.)
Hasta 60, incluido	2
Superior a 60 hasta 100, incluido	3
Superior a 100 hasta 140, incluido	5
Superior a 140 hasta 240, incluido	6
Superior a 240 hasta 400, incluido	8

Nota: Adaptado de la Norma Técnica Peruana NTP 331.017: 2015, Requisitos de Ladrillos de arcilla usados en albañilería.

El ladrillo puede ser solido o perforado, a opción del vendedor. El área neta de la sección transversal del ladrillo en cada plano paralelo a la superficie que contiene las perforaciones, debe ser por lo menos el 75% del área de la sección transversal bruta medida en el mismo plano. Ningún borde de las perforaciones debe estar a menos de 20 mm de cualquier borde del ladrillo.

2.3.6.4. Requisitos físicos del ladrillo.

Para evaluar las propiedades físicas del ladrillo se debe tomar en cuenta como requisito lo siguiente:

Resistencia: Para calcular la resistencia a la compresión, se debe aplicar la fuerza de compresión de manera perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo.

La unidad ladrillo debe cumplir con la resistencia a la compresión mínimo, respecto al área bruta promedio MPa, Norma Técnica Peruana NTP 331.017: 2015, Requisitos de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Ver Tabla 10, Requisito de resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla.

Para obtener la resistencia a la compresión, someter la unidad de ladrillo con la fuerza de compresión perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo.

Las unidades deben estar libres de defectos, deficiencias y tratamientos superficiales, incluye algún recubrimiento que podría perjudicar en la colocación, la resistencia o el desarrollo de la obra. (Norma Técnica Peruana NTP 331.017, 2003. Revisada 2015).

Tabla 10

Requisitos de resistencia a la compresión de ladrillos

Tipo (*)	Resistencia característica a compresión, mínimo, respecto al área bruta promedio, (MPa)	
	Promedio de 5 ladrillos	Unidad individual
21	21	17
17	17	15
14	14	10
10	10	8

Nota: (*) En casos se requieran ladrillos con resistencias mayores que las prescritas por esta Norma Técnica Peruana, el comprador especificará la resistencia mínima. Adaptado de la Norma Técnica Peruana NTP 331.017: 2015, Requisitos de Ladrillos de arcilla usados en albañilería.

2.3.6.5. Requisitos físicos complementarios

Para los ladrillos destinados para uso expuesto a la intemperie, en lugares con ocurrencia de heladas y fuertes lluvias, donde el índice de intemperismo es mayor de 50, se aplicarán los requisitos dados en la Tabla 11, para absorción de agua en ebullición durante 5 h y para coeficiente de saturación, a menos que sea especificado de otra manera.

a) Absorción alternativa: El requisito del coeficiente de saturación no se aplica siempre que la absorción de agua fría durante 24 horas de cada unidad de una muestra aleatoria de cinco ladrillos no exceda 8%. (Norma Técnica Peruana NTP 331.017, 2003. Revisada 2015).

Tabla 11

Requisitos complementarios (absorción y coeficiente de saturación de ladrillos).

Tipo	Absorción de agua, mediante 5 h de ebullición, máx. %		Coeficiente de saturación, máx. ^(A)	
	Promedio de 5 ladrillos	Unidad individual	Promedio de 5 ladrillos	Unidad individual
21	17,0	20,0	0,78	0,80
17	22,0	25,0	0,88	0,90
14 y 10	Sin limite	Sin limite	Sin limite	Sin limite

Nota: ^(A) Es la relación de absorción mediante inmersión en agua fría durante 24 h a la absorción después de 5 h. de inmersión en agua en ebullición. Norma Técnica Peruana NTP 331.017, 2003. (Revisada 2015).

2.3.7. Procesos de fabricación de ladrillos

Existen varios métodos para la producción de unidades de ladrillo, entre los que se describirán los más utilizados a nivel nacional y regional para la fabricación de ladrillos de arcilla.

2.3.7.1. Tipos de proceso de fabricación

La elaboración de ladrillos puede dividirse en tres (03) categorías, según la tecnología utilizada. Según Barranzuela (2014), estas son:

- **Artesanal:** La unidad es producida principalmente a través de procesos manuales. Tanto la mezcla como el moldeado se realizan manualmente. Los ladrillos producidos artesanalmente se pueden identificar por sus diferencias individuales.
- **Semi-Industrial:** Este tipo de ladrillo se produce mediante una combinación de procesos manuales y maquinaria básica. Aunque una parte del proceso aún es manual, el moldeado se realiza mediante una máquina que extruye la arcilla a baja presión, lo que resulta en ladrillos con superficies lisas.
- **Industrial:** La unidad es producida enteramente con maquinaria, que se encarga tanto de la mezcla como del moldeado de la arcilla. Los ladrillos industriales se distinguen por la uniformidad de sus piezas.

Los procesos artesanales y semindustrial siguen la misma secuencia, con variaciones en los instrumentos, métodos y herramientas utilizados. La mayor diferencia se encuentra en la etapa de moldeado, donde la fabricación semindustrial utiliza una máquina extrusora para obtener una superficie lisa en la arcilla.

Por otro lado, la fabricación industrial se distingue de las otras dos por el uso de equipos y maquinaria especializada en la etapa de moldeado y hornos de alta tecnología en la etapa de cocción. Estos hornos se caracterizan por su capacidad para controlar

2.3.7.2. Etapas en la fabricación de ladrillos

La elaboración de ladrillos de arcilla implica seguir y cumplir ciertos pasos esenciales. Las principales fases en la fabricación de ladrillos, según Robuste (1969) citado en Barranzuela (2014), son:

a) Selección y preparación de la mezcla: Esta etapa es crucial en el proceso de producción de ladrillos de arcilla, ya que determina la calidad de la pasta de arcilla utilizada, lo que influye en el aspecto, resistencia y otras características del producto final. Las canteras de arcilla suelen ubicarse cerca de colinas, tierras agrícolas, ríos y lagos. Al seleccionar una ubicación adecuada, es importante considerar factores como la calidad de la arcilla, la exposición en superficie y la accesibilidad vehicular.

Además, la arcilla debe someterse a procesos de trituración, homogeneización y almacenamiento para garantizar una consistencia y uniformidad adecuadas en sus propiedades mecánicas y químicas. La exposición de la arcilla a la atmósfera contribuye a la purificación química del material.

En esta fase, el principal desafío en la fabricación de ladrillos es determinar la mezcla adecuada de diferentes tipos de arcilla, ya que existen arcillas con propiedades distintas. Por ejemplo, las arcillas grasas pueden mezclarse con materiales desgrasantes como arena.

Otro aspecto relevante en la preparación de la mezcla es el porcentaje de agua utilizado, que puede variar según las condiciones. Sin embargo, según la literatura, se estima que es aproximadamente el 25% del total (Jiménez y Salazar, 2005 citado en Barranzuela, 2014).

- b) Moldeado:** En esta etapa, se le da a la arcilla la forma deseada de ladrillo antes de su cocción. Este proceso puede llevarse a cabo manualmente o mediante el uso de máquinas.

Para el moldeo mecánico, se utiliza una máquina llamada galletera de hélice y una prensa de vacío. Actualmente, las galleteras de vacío o prensas de vacío se emplean con frecuencia, ya que permiten la homogeneización de la masa de arcilla y la eliminación del aire contenido en ella (Moreno, 1981 citado en Barranzuela, 2014).

- c) Secado:** El objetivo de este proceso es eliminar el agua físicamente unida a la unidad moldeada.

En el proceso de secado, existe un subproceso llamado presecado, que consiste en dejar el ladrillo recién moldeado en el lugar de moldeo durante un período de 5 a 7 días para que pierda humedad y pueda ser manipulado.

El secado implica dos fenómenos físicos: transferencia de calor y transferencia de masa. La transferencia de calor ocurre cuando la unidad y el ambiente alcanzan un equilibrio térmico, que determina la velocidad de difusión del agua presente en la arcilla. Por otro lado, la transferencia de masa requiere un gradiente de humedad entre el ambiente y la arcilla para que el vapor de agua se propague a través de los poros de la arcilla. El tiempo de secado está relacionado con la velocidad de difusión, que

depende del tamaño, longitud y forma del poro de la arcilla (Rhodes, 1990 citado en Barranzuela, 2014).

El secado de ladrillos se puede realizar de forma natural o artificial. El primero depende de las condiciones climáticas de la región, mientras que el segundo implica el control del proceso mediante el acondicionamiento del aire. La etapa de secado es fundamental en la fabricación de ladrillos, ya que un secado rápido puede causar rajaduras o roturas, y un secado incompleto puede afectar la cocción del ladrillo (Robuste, 1969 citado en Barranzuela, 2014).

d) Cocción: Este es el proceso en el que los ladrillos ya secos se someten a altas temperaturas en hornos durante periodos prolongados. Este proceso permite que los ladrillos adquieran sus propiedades físicas y mecánicas, ya que la arcilla cruda tiene propiedades bastante limitadas. Además, durante este proceso, el ladrillo adquiere su aspecto final.

El proceso en el horno se divide en tres etapas: precalentamiento, cocción y enfriamiento. En la primera etapa, se elimina gradualmente el agua contenida en la arcilla. Durante esta etapa, el agua se elimina constantemente mediante aire y la temperatura aumenta de manera continua, considerándose finalizada cuando toda la masa alcanza una temperatura de 100°C.

La etapa de enfriamiento se caracteriza por la disminución progresiva de la temperatura desde la temperatura de cocción hasta la temperatura ambiente (de 500 a 600°C). Este proceso generalmente se realiza en hornos cerrados, lo cual garantiza la dureza, tenacidad y

coloración de las unidades de albañilería (Anfalit, 2002 citado en Barranzuela, 2014).

El proceso de cocción se divide en cuatro etapas:

- **Primera Etapa:** Precalentamiento a 200°C y evaporación del agua realmente unida a la arcilla.
- **Segunda Etapa:** Calentamiento hasta 700°C, en esta etapa se elimina el agua molecularmente incorporada a la arcilla.
- **Tercera Etapa:** Maduración del producto entre 900°C y 1000°C.
- **Cuarta Etapa:** Temple de la pieza, enfriamiento lento hasta alcanzar 500°C (Villarreal, 2004 citado en Barranzuela, 2014).

En la cocción, es esencial considerar los periodos de cocción, que se refieren a los valores de temperatura entre el inicio de la vitrificación e inicio de la deformación. Esto depende de las propiedades de la pasta de arcilla y debe tener un margen suficiente, dentro del cual se encontrará la temperatura óptima de cocción.

2.3.7.3. Tipos de horno.

La cocción del ladrillo es la fase final y más relevante, y su eficiencia dependerá del tipo de horno utilizado.

En función del tipo de fábrica y la tecnología aplicada, se utilizan diferentes tipos de hornos para la cocción, que varían desde los artesanales hasta los modernos y eficientes. Entre estos, se pueden mencionar dos tipos de hornos para la cocción de ladrillos: los hornos intermitentes con suelo y muros laterales y los hornos de fuego continuo (tipo Hoffman) (Gordejuela, 2004 citado en Barranzuela 2014).

Para el proceso de cocción, se pueden utilizar diferentes tipos de hornos, entre los cuales los más comúnmente empleados son:

- **Hornos intermitentes:** Se distinguen por su diseño simple, consisten en una habitación de planta cuadrada o rectangular, con una altura promedio de 5 a 6 metros. Estos hornos tienen muros de gran espesor diseñados para retener el calor, con una parte superior abierta o libre, y una cubierta separada para permitir que las emisiones de la combustión se liberen. En la parte inferior del muro de fachada, poseen puertas o espacios para el suministro de combustible y la circulación de aire. Además, a una altura de 1.50 a 2.00 metros del piso, estos muros cuentan con aberturas estrechas y altas para la carga y descarga de ladrillos, las cuales se cierran durante el proceso de cocción. Un inconveniente de este tipo de horno es que la combustión puede ser incompleta debido a la falta de oxígeno, lo que puede resultar en la producción de ladrillos crudos y ahumados.
- **Horno de Fuego Continuo tipo Hoffman:** Este tipo de horno se caracteriza por un proceso de cocción ininterrumpido, lo que permite que todas las etapas se realicen sin interrupción en el ritmo de producción.

Estos hornos son típicamente utilizados en la producción industrial. En este sistema, el fuego se mueve internamente en la dirección opuesta a las manecillas del reloj, lo que resulta en una eficiencia térmica y de producción notable. El calor generado en la cámara de combustión se utiliza para precalentar las cámaras precedentes.

Este horno tiene una planta rectangular conformada por una galería anular rodeada por un muro grueso y recubierto por una bóveda revestida de arena. La galería está dividida por tabiques de plancha de hierro, montados sobre rodaduras que sirven de guías. El compartimento tiene aberturas o entradas de 0.80 x 1 m. en la parte exterior del muro que encierra el horno, utilizado para la carga y descarga de ladrillos. Adicionalmente, cuenta con una abertura en el muro interior que conecta con una galería concéntrica más pequeña llamada galería de humo, la cual está conectada a una chimenea para permitir la convergencia de los factores de combustión a través de cuatro aberturas ubicadas en el muro de la chimenea (Moreno, 1981 citado en Barranzuela, 2014).

Figura 6

Flujograma de etapas y tiempos durante la fabricación de ladrillos, en las ladrilleras del distrito de San Jerónimo, Cusco.



Nota: Adaptado de la Tesis Impacto Ambiental Generado por el sector ladrillero en el distrito de San Jerónimo – Cusco (2015).

2.4. Antecedentes de la investigación (Estado del Arte)

2.4.1. Antecedentes internacionales.

N. L. OCHOA M. “ELABORACION DE LADRILLOS DE BARRO COCIDO, ESTABILIZADOS CON ARENA CUARZO FELDESPATICA”. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pochuta, Chimaltenango - Guatemala. 2018. Conclusiones:

La inclusión de arena cuarzo-feldespática en la fabricación de ladrillos de barro cocido mejora sus características físicas y propiedades mecánicas.

El autor resalta la importancia de la calidad de la arcilla utilizada en la producción de ladrillos, ya que influye directamente en la calidad final del producto. Mediante el uso de arena cuarzo-feldespática para estabilizar la arcilla, se logró mejorar la resistencia a la compresión y la absorción de los ladrillos.

Tras experimentar con diferentes proporciones, se determinó que la muestra "D", compuesta por un 60% de arcilla y un 40% de arena cuarzo-feldespática, logró la estabilización óptima de la mezcla para la fabricación de ladrillos de barro cocido.

Estos hallazgos respaldan la viabilidad y beneficios de utilizar arena cuarzo-feldespática en la producción de ladrillos de barro cocido, y proporcionan una base importante para el desarrollo de investigaciones futuras en este campo.

R. A. GARCÍA L. “CARACTERIZACIÓN HIDROMÉTRICA DE LAS ARCILLAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS CERÁMICOS EN OCAÑA, NORTE DE SANTANDER”. Universidad Francisco de Paula Santander. Ocaña Colombia. 2017. Conclusiones:

Utilizando las normas establecidas, se validaron los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio, con un margen de error del 10% del equipo de medición utilizado (García, 2017). Para lograr una mezcla óptima de arcilla, se determinó que la composición ideal es del 12% de arcilla, 53% de arena y 35% de limo. Sin embargo, de los análisis hidrométricos realizados, se observó que ninguna de las arcillas evaluadas cumple con este porcentaje de limo. Por lo tanto, es necesario buscar una arcilla con una composición mineralógica que contenga los porcentajes deseados.

Se sugiere una mezcla recomendada de arena, limo y arcilla, con un porcentaje de 60% de arena, 32% de limo y 8% de arcilla. Además, se recomienda realizar un control de calidad para verificar la calidad de los ladrillos y otros productos de mampostería utilizados en la construcción.

Durante el estudio, se encontró un material de color blanco grisáceo que presentaba una granulometría óptima. Este material fue clasificado como material individual, y se observaron granos que parecían ser feldespatos. Esto sugiere que este material podría tener una buena capacidad de gresificación durante la etapa de cocción (García, 2017).

Estos resultados proporcionan información relevante para la fabricación de productos cerámicos en Ocaña, Norte de Santander, y pueden servir como base para investigaciones futuras en este campo.

D. ZULOAGA C. “CARACTERIZACIÓN TÉRMICA, QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE UN TIPO DE ARCILLA ROJA PROPIA DE LA REGIÓN ANDINA COLOMBIANA, EMPLEADA PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS PARA CONSTRUCCIÓN”. Universidad de Antioquia. Medellín Colombia. Ingeniería de Materiales. 2016.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que esta arcilla puede ser utilizada como materia prima para la fabricación de ladrillos de coloración rojiza.

La caracterización física, química y cerámica realizada identifica a esta arcilla como una arcilla inorgánica de mediana plasticidad (Zuloaga et al., 2016). Los análisis térmicos revelaron que la arcilla no puede ser utilizada a temperaturas de 1500°C, ya que el material se funde. Sin embargo, a una temperatura de 1050°C, se observó el proceso de sinterización sin que las características del material se vieran afectadas.

En cuanto a la clasificación de la arcilla, se determinó que corresponde a una arcilla de extrusión aceptable según los análisis de los límites de Atterberg. Esto es ideal para su uso en la fabricación de ladrillos. La cocción de la arcilla fue adecuada y los resultados de las propiedades físicas después de la quema fueron satisfactorios. El color final de los ladrillos obtenidos es similar al de los ladrillos comerciales.

Sin embargo, debido a la falta de resultados sobre las propiedades mecánicas del material, no se puede afirmar que pueda utilizarse como materia prima exclusiva para la fabricación de ladrillos (Zuloaga, 2016).

Estos hallazgos proporcionan información importante sobre el uso de esta arcilla en la producción de ladrillos para la construcción, pero se requieren investigaciones adicionales para evaluar su idoneidad completa como materia prima.

A. FLOREZ A. “CARACTERIZACIÓN DE ARCILLAS Y PREPARACIÓN DE PASTAS CERÁMICAS PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS EN LA LADRILLERA MARISCAL ROBLEDO S.A.” Universidad Tecnológica de Pereira **Colombia**. Facultad de Tecnologías: Química Industrial. Tesis de Licenciatura. 2016. Cuyas conclusiones dicen:

Después de caracterizar varias arcillas, se determinó que la arcilla roja (R) es la más adecuada para la fabricación de ladrillos debido a su composición química. Esta arcilla presenta un contenido de alúmina mayor en comparación con las otras arcillas, lo cual contribuye a la resistencia de las fases cristalinas durante el proceso de sinterización de los ladrillos.

Utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la representación gráfica de Casagrande, se clasificó el suelo R y K como arcillas inorgánicas de plasticidad media (CL), la muestra N como una arcilla inorgánica de

plasticidad alta (CH), y la muestra C como una arena mal gradada (SP) con un mayor porcentaje de partículas gruesas.

En cuanto al tratamiento térmico de los ladrillos, se determinó que el rango de temperatura adecuado se encuentra entre 400 y 500°C. Por encima de esta temperatura, se observa una mayor pérdida de masa y un aumento rápido de calor que podría dañar el material.

Estos hallazgos son relevantes para la fabricación de ladrillos en la Ladrillera Mariscal Robledo S.A., y proporcionan información importante sobre la selección de arcillas y la optimización de los procesos de fabricación (Flórez, 2016).

J. SANTOS A. CARACTERIZACIÓN DE ARCILLAS Y PREPARACIÓN DE PASTAS CERÁMICAS PARA LA FABRICACIÓN DE TEJAS Y LADRILLOS EN LA REGIÓN DE BARICHARA, SANTANDER. Universidad Industrial de Santander Colombia. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. 2011. Obteniendo las siguientes conclusiones:

Mediante el diagrama de plasticidad de Casagrande, se clasificó las arcillas "Cascajo" y "Roja" como arcillas inorgánicas de mediana plasticidad (CL), mientras que la arcilla "Amarilla" se clasificó como arenosa o desgrasante. Se observó que la arcilla "Amarilla" por sí sola no tiene la plasticidad adecuada para la elaboración de la pasta cerámica, pero al combinarla en una proporción de 55% de arcilla "Cascajo" y 45% de arcilla "Amarilla", es posible fabricar ladrillos.

Por otro lado, se determinó que la arcilla "Roja", debido a su color, textura, absorción de agua y resistencia mecánica, es la más adecuada para la fabricación de tejas. La proporción de pasta cerámica de 55% de arcilla "Cascajo" y 45% de arcilla "Amarilla" debe ser mezclada con un porcentaje de agua del 22.5% (límite plástico) y 32.1% (límite líquido). En el caso de la pasta de arcilla "Roja", se requiere un mayor

porcentaje de agua, específicamente el 23.5% (límite plástico) y 38.2% (límite líquido), para lograr la plasticidad óptima de la mezcla.

Estos hallazgos son relevantes para la fabricación de tejas y ladrillos en la región de Barichara, Santander, y proporcionan información importante sobre la composición y preparación adecuada de las pastas cerámicas (Santos, 2011).

2.4.2. Antecedentes nacionales

S. G. MARTOS L. “VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS LADRILLOS, DEBIDO A LOS FACTORES: MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACION, A PARTIR DE INVESTIGACIONES REALIZADAS EN EL PERU”.

Universidad Privada del Norte, Cajamarca – Perú. Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería Civil. 2022. Discusión y Conclusiones:

Como se muestra en la Tabla 4, los resultados de las investigaciones que estudian el factor material de los ladrillos de arcilla, se puede notar que, de las siete investigaciones, solo una de ellas sustituye el material base por otro, como se nota en la tesis A3, en la cual se sustituye el 10% de la arcilla común por la arcilla de caolín. Por lo que seis investigaciones, solo adicionan porcentajes de materiales a la mezcla del ladrillo común. También notamos que todos los materiales adicionados o sustituidos, mejoran la resistencia a la compresión de ladrillo patrón.

Siguiendo con el factor material de los ladrillos de arcilla, en la figura 11 se analiza que el material que aporta mayor porcentaje de mejora en la resistencia a compresión del ladrillo de arcilla es la adición del 15% de ICHU, ya que aumenta de 21.55 kg/cm² a 51.73 kg/cm². Por el contrario, si se adiciona 3% aserrín del ladrillo de arcilla se obtiene la resistencia a la compresión varía de 62.77 kg/cm² a 62.64 kg/cm².

Tal cual lo expuesto anteriormente, en la figura 12 se puede notar el porcentaje de incremento al incorporar 15% de ICHU, siendo este el 140.05%. El mayor decremento a la resistencia a la compresión es la incorporación del 3% de aserrín con un -0.21%

En la tabla 5 se analiza el proceso de fabricación para un ladrillo de arcilla. En las nueve investigaciones encontradas podemos notar que todas mejoran su resistencia a la compresión.

Al analizar las figuras 13 y 14, el porcentaje de mayor incremento de la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla es de 240.4% que consiste en la cocción en un horno industrial, lo que hace que la resistencia a la compresión cambie de 43.09 kg/cm² a 146.68 kg/cm². Así mismo, el menor incremento en la resistencia a compresión del factor proceso de fabricación es también la cocción industrial, ya que tenemos que la resistencia a la compresión varía de 50.56 kg/cm² a 56.57 kg/cm². Haciendo esto un incremento de solo el 11.89%.

Por último, en la Tabla 6 y Figura 15 se analiza el cambio de los dos factores, para así notar qué factor aporta más incremento en la resistencia a la compresión. Con datos del 140.05% para el factor material y 240.4% para el factor proceso de fabricación.

J. F. PONCE C. “REDUCCIÓN DE ROTURAS EN LADRILLO MECANIZADO POR LA PRESENCIA DE CALIZA EN LAS ARCILLAS DE LA INDUSTRIA DE CERÁMICOS COMPACTO S.R.L. – JULIACA”. Universidad Nacional del Altiplano Puno - Perú. Facultad de Ingeniería de Minas. Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. 2017. Conclusiones:

A través del control de nódulos de caliza y la pulverización de la caliza en el contenido de la arcilla, se logró reducir la rotura de ladrillos causada por la presencia

de caliza. Se tomaron 120 muestras de 3 lotes de 2000 ladrillos King Kong, y se demostró que la pérdida disminuyó de 155 ladrillos a 9 ladrillos.

Durante la etapa de extracción de la arcilla, se implementó un control para reducir la presencia de calizas de gran tamaño en las arcillas. Además, después de almacenar la arcilla en planta, se realizó una selección manual de la caliza durante la preparación de la materia prima.

Adicionalmente, mediante la supervisión y control de una distancia de 1 mm entre los rodillos de la laminadora, se mejoró la pulverización de la caliza presente en la arcilla, lo que redujo la rotura de ladrillos causada por la presencia de caliza de un 37% a un 2% de pérdidas.

Estos resultados son relevantes para la industria de Cerámicos Compacto S.R.L. en Juliaca, y demuestran la efectividad de las estrategias implementadas para reducir la rotura de ladrillos debido a la presencia de caliza (Ponce, 2017).

R. C. MAMANI R. “ESTUDIO Y EVALUACION DE FORMULACION DE MEZCLAS PARA LA OBTENCION DE LADRILLOS DE ARCILLA EN LA CIUDAD DE CUSCO”. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Perú. Facultad de Ingeniería de Procesos. Escuela Profesional de Ingeniería de Materiales. 2015. Conclusiones son:

El contenido de humedad de la muestra analizada es de 7.09%, el cual, al compararse con muestras similares, demuestra la variabilidad de este parámetro. Según la curva de composición granulométrica obtenida, se determina que el suelo es bien gradado. En relación a la curva de flujo, se obtuvo un límite líquido de 35%, un límite plástico de 16% y un índice de plasticidad de 19%. De acuerdo con los datos obtenidos y el análisis granulométrico realizado utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se clasifica como una grava mal gradada (GP).

Estos resultados proporcionan información importante sobre las propiedades de la arcilla utilizada en la fabricación de ladrillos en la ciudad de Cusco, y permiten comprender su comportamiento y características granulométricas (Mamani, 2015).

J. E. BARRANZUELA L. “PROCESO PRODUCTIVO DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA PRODUCIDOS EN LA REGIÓN PIURA”. Universidad de Piura – Perú. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. 2014. Las conclusiones son:

Durante el proceso de elaboración de los ladrillos, especialmente durante las etapas de secado y cocción, que están estrechamente relacionadas con las características de la materia prima, no se puede estandarizar el proceso sin un buen conocimiento de la composición mineralógica de la materia prima. Esto puede resultar en la obtención de productos (ladrillos) de diferente calidad.

Al comparar con la tesis de García Rodríguez (1995), se observa que el proceso de moldeo, desmolde y secado previo a la cocción es similar. Los hornos también son los mismos, pero se percibe que más ladrilleras utilizan la cascarilla de arroz como combustible. Además, los productores han mejorado en la especialización del trabajo y la secuencia de procesos. También ha habido cambios en los aditivos utilizados. Anteriormente, solo se añadía aserrín o cascarilla de arroz, pero actualmente se agrega cenizas de cascarilla de arroz, ya sea sola o mezclada con aserrín y cascarilla. El propósito de estos aditivos es reducir la plasticidad de la pasta y evitar que se pegue a las manos durante la manipulación, lo que facilita el moldeo de las unidades.

Las diferencias encontradas durante el proceso de fabricación artesanal no son decisivas en la resistencia a la compresión. Comparando los resultados obtenidos, se observa una diferencia mínima, y el método de cocción no influye en

los resultados. Sin embargo, los procesos previos como la selección y preparación de la materia prima son determinantes. Según la teoría, se sabe que el proceso de compactación es crucial para los resultados de los ensayos de succión, dependiendo de si es artesanal o industrial. Se podría inferir que debería haber diferencias significativas en los resultados de ambos tipos, pero no las hay. Por lo tanto, se deduce que el proceso de compactación no es muy eficiente para garantizar mejoras en la absorción.

La mejor calidad corresponde a la Ladrillera "El Tallan". Esto respalda la idea de que un proceso más controlado muestra mejores propiedades en los ladrillos, pero esta mejora solo se evidencia en algunas propiedades, como la variabilidad dimensional y el alabeo, cuando se implementan mejoras técnicas en el moldeo, y en la mejora de la resistencia a la compresión cuando se utilizan procesos de cocción más controlados. Sin embargo, en cuanto a las propiedades de absorción, estas no se pueden homogenizar incluso con una tecnología mejorada, ya que no se tiene control sobre la materia prima. Además, al agregar diatomita, se reduce la temperatura en la mezcla y el desgaste de los equipos de moldeo, pero podría afectar la capacidad refractaria del ladrillo (Barranzuela, 2014).

2.4.3. Antecedentes regionales

F. A. ALATA M. "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALABAÑILERIA CON LA ADICION DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI – CUSCO". Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2024. Las conclusiones son:

Se pudo demostrar que la adición de carbonato de calcio en porcentajes con respecto al contenido de arcilla ha mejorado significativamente las propiedades

mecánicas de los ladrillos fabricados en la ladrillera Paucar de la ciudad de Sicuani, Canchis – Cusco.

Conclusión 01:

De las propiedades físicas de los ladrillos con adición de carbonato de calcio como son: la variación dimensional se pudo observar pequeños porcentajes de incremento en sus longitudes, ello muestra que el carbonato de calcio actúa como desengrasante en el ladrillo Bloquer crudo disminuyendo las contracciones que tiene en el proceso de secado, así como en el proceso de cocción, en la propiedad física de alabeo no se observó cambios, en la absorción se observó que los ladrillos Bloquer con adición de carbonato de calcio tiene una mayor absorción con respecto a los ladrillos tradicionales, de la propiedad de porcentaje de vacíos se observó que el ladrillo Bloquer tradicional tiene menor área de vacíos en comparativa con los ladrillos con adición de carbonato de calcio, lo cual guarda relación con la menor contracción en el proceso que pasa del ladrillo crudo al ladrillo cocinado. De lo expuesto se concluye que la adición de carbonato de calcio a los ladrillos tradicionales no mejora las propiedades físicas de los ladrillos.

Conclusión 02:

Las propiedades mecánicas de los ladrillos se vieron incrementadas positivamente, como; en la resistencia a la compresión simple los ladrillos Bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio tuvo una resistencia de 144.02 kgf/cm² representando un incremento de 129.1%, en cuanto a la flexión del ladrillo obtuvo una mejoría en los ladrillos con adición de carbonato de calcio siendo el mejor resultado el ladrillo Bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio logrando obtenerse una resistencia de 785.95 Pa, la cual representa un incremento de 30.5%, en cuanto a la resistencia a la compresión simple de pilas de ladrillos Bloquer se

obtuvo un resultado positivo, en cuando al mejor resultado se obtuvo en pilas de ladrillos Bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio obteniéndose una resistencia de 99.42 kgf/cm² la cual representa un incremento de 48.4%, en cuanto a la resistencia en compresión diagonal de muretes se obtuvo resultados positivos con la adición de carbonato de calcio teniendo el mejor resultado en los muretes con ladrillos Bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio con una resistencia de 5.86 kgf/cm² la cual representa un incremento de 41.6% .

Conclusión 03:

De los resultados obtenidos durante el desarrollo de las pruebas tanto a las unidades como ladrillos Bloquer, a los prismas y muretes, se puede determinar que los ladrillos llegan a ser de uso satisfactorio a partir de un 4% de adición de carbonato de calcio con respecto al porcentaje de arcilla que posee la materia prima, así mismo se pudo observar que las prestaciones del ladrillo con 4% de adición de carbonato de calcio tuvo un mejor comportamiento en la prueba a compresión de muretes, siendo por tal sentido la dosificación optima y así mismo menos costosa para la adición de carbonato de calcio.

Conclusión 04:

De la discrepancia entre el ensayo a la resistencia a la compresión simple y el ensayo a la compresión diagonal de muretes entre los ladrillos patrón y ladrillos con adición de carbonato de calcio indica que los ladrillos con adición de 6% de carbonato de calcio presenta un incremento significativo en la resistencia a la compresión simple por lo que las muestras presentan un proceso de vitrificación más elevado siendo este más resistente a esfuerzos de compresión, así mismo por tal motivo presentan una menor resistencia en el ensayo de compresión diagonal de muretes

G. RIVERA R. “EVALUACION DE LA CALIDAD DE LADRILLOS DE ARCILLA DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES PRODUCIDOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2015. Las conclusiones son:

Conclusión I

De acuerdo al marco teórico analizado se concluye que el estructuralmente el parámetro que define la calidad de un ladrillo en su resistencia a la compresión. Para realizar los ensayos respectivos adecuadamente siguiendo un procedimiento legal, es necesario recurrir a las referencias que hace el RNE que son las Normas Técnicas Peruanas.

La variable “Calidad de Ladrillos de Arcilla” es dependiente de la Resistencia a la Compresión, dimensiones, alabeo, absorción, peso, resistencia a la compresión axial y composición química de la arcilla.

Así mismo la variable “Resistencia a la Compresión” depende de las variables independientes: dimensiones, alabeo, absorción, peso, resistencia a la compresión axial y composición química de la arcilla.

El Muestreo Determinístico Intencional no permitirá la generalización de resultados obtenidos para el distrito de San Jerónimo, porque no se trata de un estudio probabilístico. Dichos resultados se limitan a las ladrilleras en estudio.

Conclusión II

Los estudios de mercado mencionados poseen hasta 5 años de haberse publicado, lo cual indica que son datos admisibles para la investigación.

La comunidad de Sucso Aucaylle posee canteras de arcilla en toda su superficie, de esta manera algunas ladrilleras tienen materia prima propia y otras compran la materia prima de la misma zona.

Conclusión III

La arcilla en estudio se caracteriza por tener 63.21% de sílice presente en la muestra, del cual 33.93% presenta el estado amorfo, esto quiere decir que el sílice es más reactivo, por lo que produce más resistencia al ladrillo.

Un total de 9.29% suman los compuestos que contienen hierro, por ello la coloración del ladrillo, aun quemado a baja temperatura, adquiere una coloración rojiza, que fue verificado en la mayoría de los ladrillos de muestra.

El contenido de alúmina debe estar comprendido entre 20 – 30%, ya que imparte plasticidad a la arcilla y en exceso provoca contracciones altas en el secado. Los porcentajes de presencia de aluminio suman 28.67%. El cual se encuentra dentro del rango. Lo cual se verifico en la investigación por la carencia de contracciones altas en los ladrillos de muestra.

La dureza total indica que las aguas de la localidad de Sucso Aucaylle son aguas blandas, es decir con poco contenido de sales solubles, como las sales, en exceso producirán eflorescencia en mayor porcentaje. Este hecho fue verificado en la investigación ya que los ladrillos no presentaron eflorescencia en los ensayos de absorción ni curado de pilas de ladrillos.

Si bien es cierto que la alcalinidad total tuvo un incremento del 53.33% en agua de pozo durante 5 años, esto aún se encuentra dentro de los valores máximos admisibles VMA.

Conclusión IV

El 40% de ladrilleras en estudio prepara la mezcla arcilla – agua y la deja en reposo por un día para desarrollar de mejor manera las propiedades plásticas de la arcilla mientras absorbe agua. El otro 60% obvia este paso y prosigue con el laminado.

El uso de dos (02) molinos en el proceso de fabricación de la ladrillera Internacional hace que la materia prima quede totalmente pulverizada, produciendo así ladrillos cara vista de muy buena calidad y resistencia a la compresión que clasifican sus ladrillos, de acuerdo al RNE, como bloques P, es decir adecuados para su uso en muros Portantes.

En esta ladrillera existen mayores medidas de seguridad en el proceso de quemado de ladrillos, ya que posee ventiladores en la parte superior del horno que facilitan el colocado de ramas de eucalipto en el hogar del horno.

Conclusión V

Los ensayos no clasificatorios no son considerados como parámetros de clasificación según la Tabla N° 5.1, pero están relacionadas con la durabilidad de la albañilería.

Se aplicaron las cargas de forma uniforme sobre el área bruta de la unidad. Entonces se colocó planchas metálicas de 1 cm de espesor en las tablas que estuvieron en contacto con los cabezales de la compresora. Dichas planchas debieron de tener un área igual o mayor al área de la unidad. De esta manera la presión se distribuyó uniformemente sobre toda la superficie del ladrillo.

CAPITULO III

HIPOTESIS Y VARIABLES

Por las características de la hipótesis podemos tipificarla como una Hipótesis compleja, porque tiene dos variables.

3.1. Hipótesis General

El control de calidad de arcilla permitirá saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad, Mosocllacta - Anta – Cusco 2017.

3.2. Hipótesis Específicas

1. Los constituyentes minerales de la arcilla permitirán saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017.
2. La composición química de la arcilla permitirá saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017.
3. Las propiedades físicas de la arcilla permitirán saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017.
4. La resistencia a la compresión de ladrillo permitirá saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017.
5. El porcentaje de absorción por inmersión en agua de ladrillo permitirá saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco 2017.

3.3. Identificación de Variables

3.3.1. Variable (X) Control de calidad

Es aquella variable que el investigador analiza para averiguar las características y comparar con resultados apropiados. Consideramos las siguientes dimensiones:

1. Constituyentes minerales.
2. Composición química.
3. Propiedades físicas de la arcilla.
4. Resistencia a la compresión de ladrillo.
5. Porcentaje de absorción por inmersión en agua fría por 24 horas de ladrillo.

3.3.2. Variable (Y) Factibilidad de fabricación de ladrillos

Esta variable aprueba o desaprueba previa explicación, de los resultados respectivos a los que hay que buscar un motivo o razón de ser.

3.3.3. Variables intervinientes

Para nuestro caso podemos mencionar las siguientes intervinientes:

Altura: 3395 msnm.

Clima: Variación de lluvia extrema.

Social: Terreno superficial es propiedad de la Comunidad de Mosocllacta.

3.4. Operacionalización de Variables

La Operacionalización de variables consiste en determinar el método a través del cual las variables serán medidas o analizadas.

Tabla 12

Operacionalización de variables (X) y (Y).

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos y/o Normas
Variable (X): Control de calidad de arcilla.	El control de calidad consiste en verificar y garantizar que los materiales cumplan con propiedades físicas, químicas y mecánicas adecuadas para el proceso de fabricación de ladrillos (Evans, 2004).	Se evaluará la arcilla mediante ensayos de caracterización mineralógica, química, física y mecánica según normas técnicas.	Constituyentes minerales	Porcentaje de minerales presentes (Cuarzo, Sericita+illita, Caolinita, Feldespato y Calcita)	%	Informe de ensayos de laboratorio por Difracción de rayos X
			Composición química	Contenido de óxidos principales (SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaO, MgO)	%	Ensayo químico por Fluorescencia de rayos X
			Propiedades físicas	Granulometría (% arena, limo, arcilla); Límite líquido, Límite plástico e Índice de plasticidad	%	Ensayos de clasificación de suelos (ASTM D422, ASTM D4318)
			Resistencia mecánica del ladrillo	Resistencia a la compresión simple	Kg/cm ²	Ensayo de compresión simple (NTP 331.017:2015)
			Absorción de agua del ladrillo	Porcentaje de absorción en 24h de inmersión en agua	%	Ensayo de absorción (NTP 331.017:2015)
Variable (Y): Factibilidad de fabricación de ladrillos.	La factibilidad técnica evalúa si el material y el proceso de producción permiten obtener un producto que cumpla con normas y especificaciones constructivas (Miranda, 2014)	Se verificará si los ladrillos fabricados cumplen con las normas técnicas de resistencia a la compresión y absorción de agua.	Cumplimiento normativo	Comparación de los valores obtenidos de resistencia y absorción con las especificaciones de la NTP 331.017:2015 y E.070	Cumple/ No cumple	Manual de evaluación geológica-técnica (2004), NTP 331.017 (2015), Norma E.070 (2019)

Nota: Elaboración propia.

3.5. Indicadores de factibilidad de fabricación de ladrillos

Se ha determinado los siguientes indicadores:

Indicadores (X):

1. Minerales de arcilla (%).
2. Elementos químicos de la arcilla (%).
3. Propiedades físicas
 - 3.1. Análisis granulométrico (%).
 - 3.2. Limite líquido (%)
 - 3.3. Limite plástico (%).
 - 3.4. Índice de plasticidad (%).
4. Resistencia a la compresión del ladrillo (Kg/cm²)
5. Absorción por inmersión en agua del ladrillo (%)

Indicadores (Y):

1. Comparación de los valores obtenidos de resistencia y absorción con las especificaciones de la NTP 331.017:2015 y Norma E.070, Albañilería 2020

CAPITULO IV

METODOLOGIA

4.1. **Ámbito de estudio.**

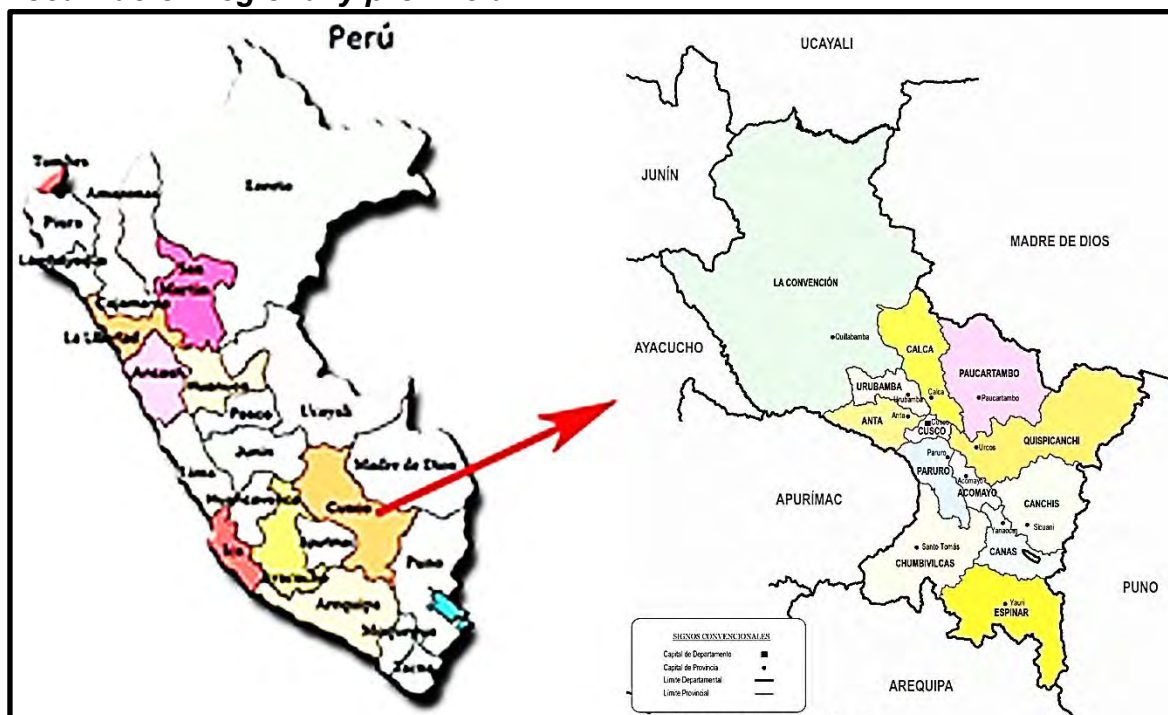
El ámbito de estudio está situado en el Sur Oeste del Perú, región Cusco.

4.1.1. **Localización política.**

El área del proyecto de tesis **Control de Calidad de Arcilla y la Factibilidad de Fabricación de Ladrillos en la Concesión San Roque - Comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017**, está localizado en el departamento de Cusco, provincia y distrito de Anta, comunidad campesina de Mosocllacta.

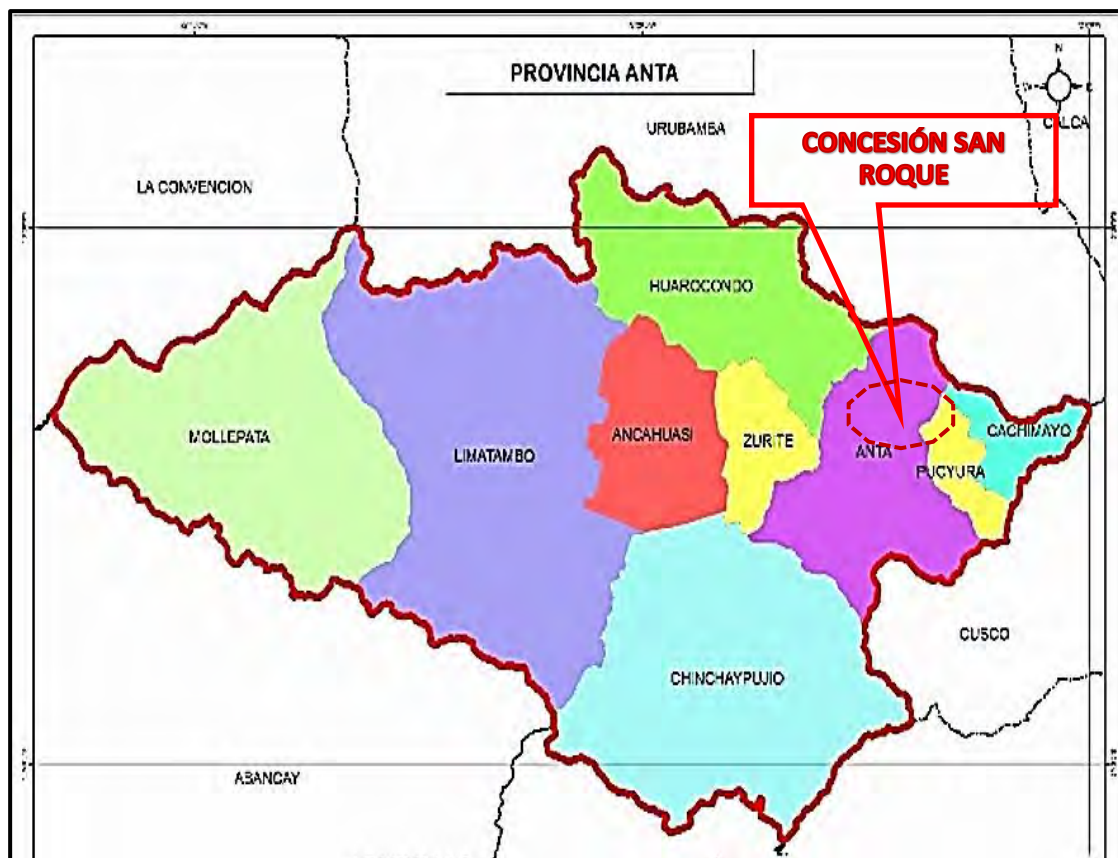
Figura 7

Localización regional y provincial



Nota: Adaptado del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, (Censo 2017).

Figura 8

Localización distrital

Nota: Adaptado de Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Anta al 2025.

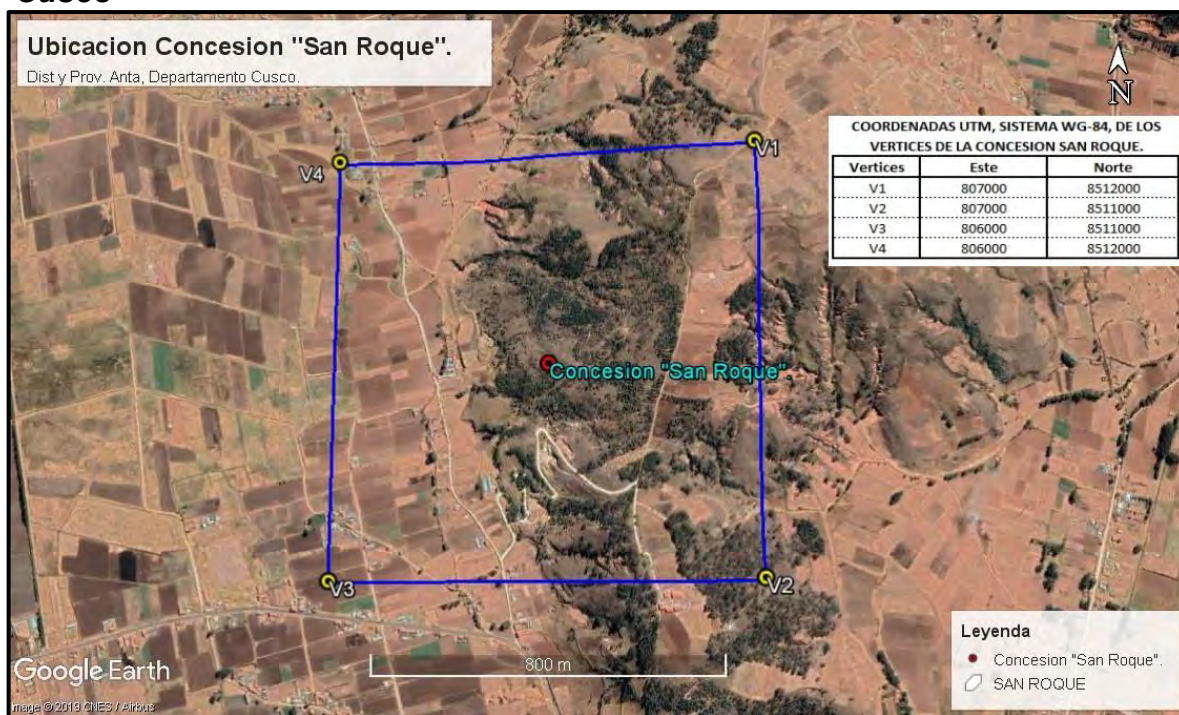
4.1.2. Localización geográfica

El proyecto de la tesis **Control de Calidad de Arcilla y la Factibilidad de Fabricación de Ladrillos en la Concesión San Roque - Comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017**, geográficamente está localizado al sur este, de la sierra del Perú, en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, regionalmente al norte de la pampa de Anta, con una extensión de 100Has. Se encuentra en las coordenadas UTM WGS 84:

Zona : 18L.
 Este : 806513.
 Norte : 8511488.
 Altitud : 3418 m.s.n.m.

Figura 9

Ubicación de la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta Anta Cusco



Nota: Adaptado de imagen Google Earth (2019).

4.1.3. Delimitación temporal

La tesis Control de calidad de arcillas y la factibilidad de fabricación de ladrillos de la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco, se realizó durante el periodo correspondiente a los años 2017 – 2021.

4.2. Tipo y Nivel de Investigación

4.2.1. Tipo de Investigación

Por el tipo de obtención de datos pertenece a una investigación **experimental**, porque se obtiene datos mediante análisis y ensayos de laboratorio, para demostrar que tanto varían los parámetros de la composición química, constituyentes minerales, propiedades físicas de la tierra arcillosa y evaluación de las características físico técnicas de ladrillos elaborados con este mismo material.

Por el tipo de información utilizada se trata de una investigación **cuantitativa**, porque obtendremos valores de magnitudes como peso, masa, volumen, fuerza, presión y otras magnitudes medibles. También se obtendrán porcentajes de composición mineralógica, química y dosificación de mezclas de arcillas, los cuales deben ser verificables y comparados con especificaciones técnicas y/o valores guía.

4.2.2. Nivel o alcance de la investigación

Por la finalidad el nivel de investigación realizado corresponde a una investigación **descriptiva**, el propósito del estudio se centra en describir propiedades y características, recabando datos sobre una serie de temas y se efectúan controles en este tipo de investigación, también busca explicar detalladamente lo que está ocurriendo en un momento dado y lo interpreta. Este nivel busca la forma de narrar de tal manera que el lector sienta que está observando una imagen de un determinado objeto o fenómeno del entorno, tratando de caracterizar importantes rasgos de cualquier objeto o fenómeno analizado (Cortez & Iglesias, 2004).

Al realizar la siguiente investigación, se desea obtener un resultado de la composición mineralógica, composición química y propiedades físicas, para lo cual primeramente se realizará el reconocimiento del área de estudio mediante un mapeo geológico, para identificar las posibles zonas de obtención de muestras de materia prima (arcilla), los cuales serán analizados para conocer su composición química, mineralógica y clasificación granulométrica. Se diseñan mezclas con diferentes porcentajes de materias primas analizadas. Finalmente se obtienen ladrillos para ser sometidos a pruebas mecánicas (resistencia a la compresión). Todos los pasos y procedimientos realizados

tanto desde la recolección de información hasta los ensayos realizados a detalle serán comparados con tablas o ábacos, normas internacionales y normas nacionales y con los resultados obtenidos finalmente se llegará a las conclusiones del trabajo de investigación.

4.3. Unidades de Análisis

Para el presente trabajo la unidad de análisis, vendría a ser la materia prima (arcilla) y el producto ladrillo Blocker de la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco.

4.4. Población de Estudio.

La población está conformada por la superficie de la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco, con un área superficial de 100 hectáreas. Geológicamente está compuesta por tres Formaciones Geológicas: Ayabacas, Maras y San Sebastián, con las siguientes litologías: caliza, arena, limo, arcilla y suelo cuaternario respectivamente. De acuerdo a los resultados de la prospección se elige para el muestreo, la Formación Maras compuesto por estratos de arena, limo y arcilla que ocupa aproximadamente el 30% del área total de la concesión no metálica San Roque de la comunidad de Mosocllacta, provincia de Anta, departamento de Cusco. Ver Figura 10. Plano Geológico Local.

4.5. Tamaño de Muestra.

El tamaño o número de muestra para esta investigación, se obtuvo mediante el método **no probabilístico y muestreo por conveniencia**, que consiste en seleccionar muestras de la población que están convenientemente disponibles para el investigador. (Bernal Torres, 2006)

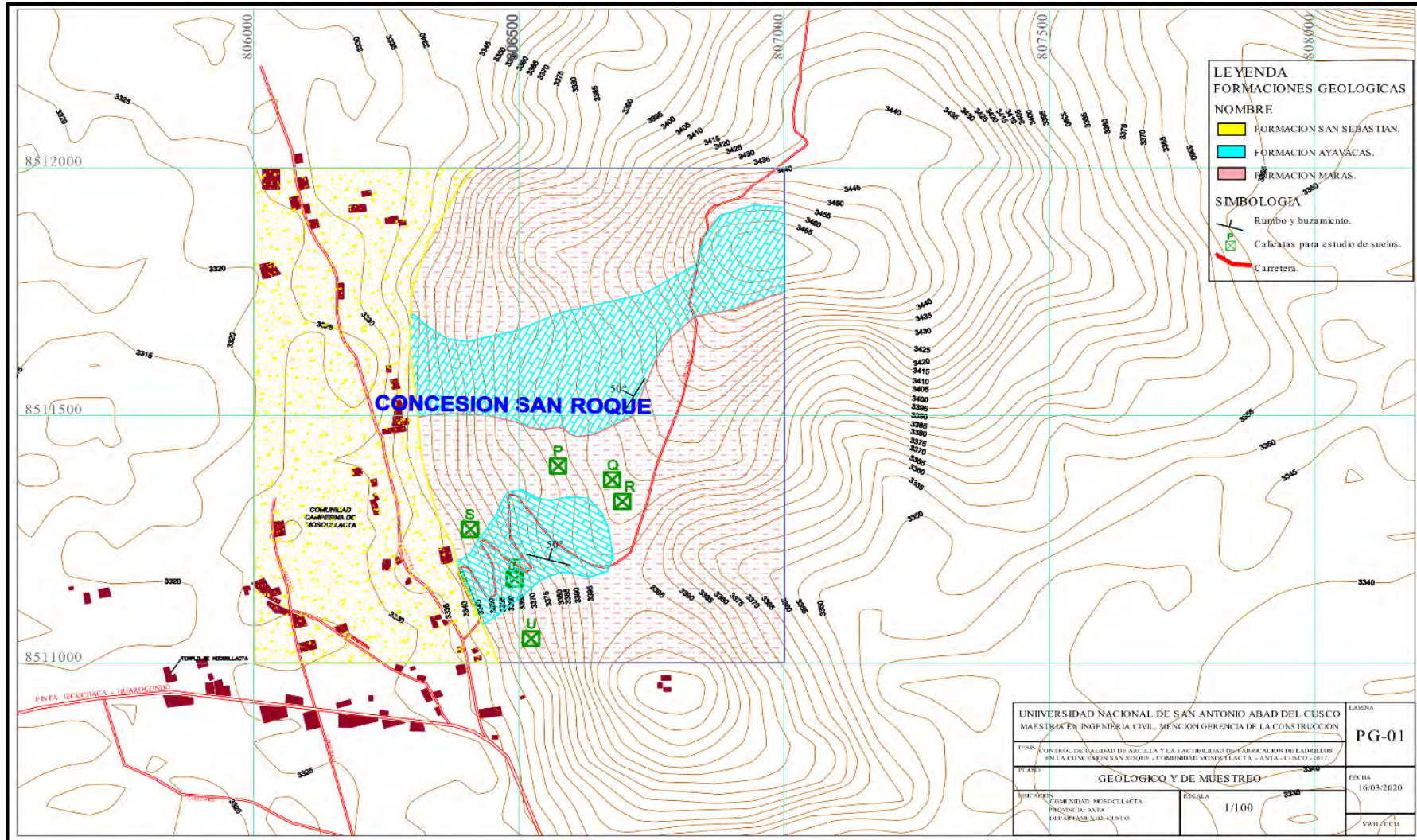
Para este muestreo se tomó los siguientes criterios:

- a) Existe un aproximado de 30 ha, de terreno en la concesión accesible como materia prima (arcilla).
- b) También pude conversar con integrantes de la junta directiva de la Comunidad de Mosocllacta, quienes cuentan que hace ocho años aproximadamente habían explotado la materia prima (Arcilla), para elaborar ladrillos artesanalmente, pero en la actualidad la explotación está paralizada.
- c) En los cuales se realizará muestreo para análisis de laboratorio, mediante la excavación de calicatas en seis 6 puntos diferentes.
- d) Cada calicata excavada tendrá las siguientes dimensiones de 1.20 m x 1.20 m x 2.0 m, (ancho x largo x profundidad); Se obtuvo muestras de suelo fino (limos y arcillas) de 35 a 40 kilogramos.

4.6. Técnicas de Selección de Muestras

Para la selección de muestra por la extensión superficial de la concesión San Roque de 100 Has primeramente, tuve que realizar un mapeo geológico, identificando tres formaciones geológicas con sus respectivas litologías. Realizando el muestreo de suelos y arcillas en la Formación Maras, mediante seis calicatas en los puntos seleccionados por cumplir características de volumen, litología y accesibilidad en una superficie aproximada de 10 Has.

Figura 10
Mapa geología local y puntos de muestreo



Nota: Elaboración propia.

4.6.1. Técnicas de recolección de muestras

La recolección de muestras se hizo en dos etapas por medio de “calicatas” realizadas con herramientas manuales y equipo mecánico (retroexcavadora) en los afloramientos de estratos de interés, las muestras obtenidas son de tipo alteradas, por tratarse de suelos finos no cohesivos y cohesivos (limos y arcillas), la técnica aplicada para la recolección de muestras es de acuerdo a la Norma ASTM D 420 Guía estándar para la caracterización del sitio para fines de diseño de ingeniería y construcción con su equivalente de la Norma Técnica Peruana NTP 339.162, 2001. Guía estándar para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción.

Figura 11

Calicata excavada para el muestreo, en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta – Anta - Cusco



Nota: Elaboración propia.

4.6.1.1. Equipos, herramientas, materiales e insumos utilizados.

Para elegir los equipos y/o herramientas utilizadas en una investigación en terreno de subsuelo, se debe tomar en cuenta varios factores como: tipo de material a investigar, profundidad de exploración, naturaleza del terreno y uso de la información. A continuación, se menciona los utilizados en este proyecto.

- **Equipo mecánico (Retroexcavadora):** Se empleó una retroexcavadora, para extraer y acopiar muestras de las calicatas, para utilizar en el diseño de mezclas de ladrillos, se extrajo material de las seis calicatas, por requerir un volumen de tres m³ aproximado de cada calicata.
- **Herramientas manuales:** Inicialmente para realizar la prospección y muestreo de la concesión San Roque, se utilizó herramientas manuales como picos, palas, barretas y picota de geólogo, para obtener muestras inalteradas y representativas, para enviar a los laboratorios de análisis químico, mineralógico y de mecánica de suelos, por tratarse en su mayoría de depósitos cuaternarios, de suelos finos con potencias de 1 metro a más.
- **Bolsas de tejido cerrado (sacos de polietileno) y plásticas:** Las bolsas utilizadas estaban libres de contaminantes porque se trataban de bolsas nuevas, que no fueron utilizadas para otras sustancias, además evitar pérdida de partículas finas y de una capacidad de 40 Kg. También se utilizaron bolsas plásticas transparentes de cierre hermético, que ayudan a preservar la humedad natural de la muestra, con capacidad aproximada de 200 a 400 gr.

- **Accesorios complementarios:** También se utilizó para el mapeo geológico plano topográfico, escalímetro, brújula, GPS navegador, cámara fotográfica, wincha de 5 m y cinta métrica de 50 m.
- **Reactivos:** En campo se utilizó ácido clorhídrico normal, diluido al 70%, para determinar la presencia de carbonatos en rocas y suelos.

4.6.1.2. Muestreo de calicatas

Se obtuvo muestras del fondo de cada calicata, de suelos compuestos por limos y arcillas, en cantidades necesarios para los análisis de laboratorio. La cantidad y tipo de muestra de arcilla requerida, fue en función de los análisis, ensayos que se proyectó realizar y del porcentaje de partículas gruesas presentes en las muestras (terrones) y cantidad de peso de muestras requeridos por cada laboratorio.

La cantidad o tamaño de muestra de suelo inalterado, en bruto, se obtuvo en función al criterio del responsable de la investigación.

Basado en procedimientos normados, según Norma ASTM D 420 Guía estándar para la caracterización del sitio para fines de diseño de ingeniería y construcción, se tomó las siguientes cantidades de muestra:

- Clasificación visual: 0.50 Kg.
- Análisis granulométrico y constantes de suelos finos: 0.50 a 2.50 Kg.
- Ensayo de Limite Líquido y Límite plástico de suelos: 0.80 – 1.00 Kg.
- Análisis químico y mineralógico: 1.00 – 2.00 Kg.

La muestra debe identificarse cuidadosamente con la respectiva calicata y con la profundidad a la cual fue tomada. Colóquese una identificación dentro de la bolsa, ciérrase en forma segura, protéjase del manejo rudo y márquese exteriormente con una identificación adecuada.

Tabla 13

Número de calicatas y muestras

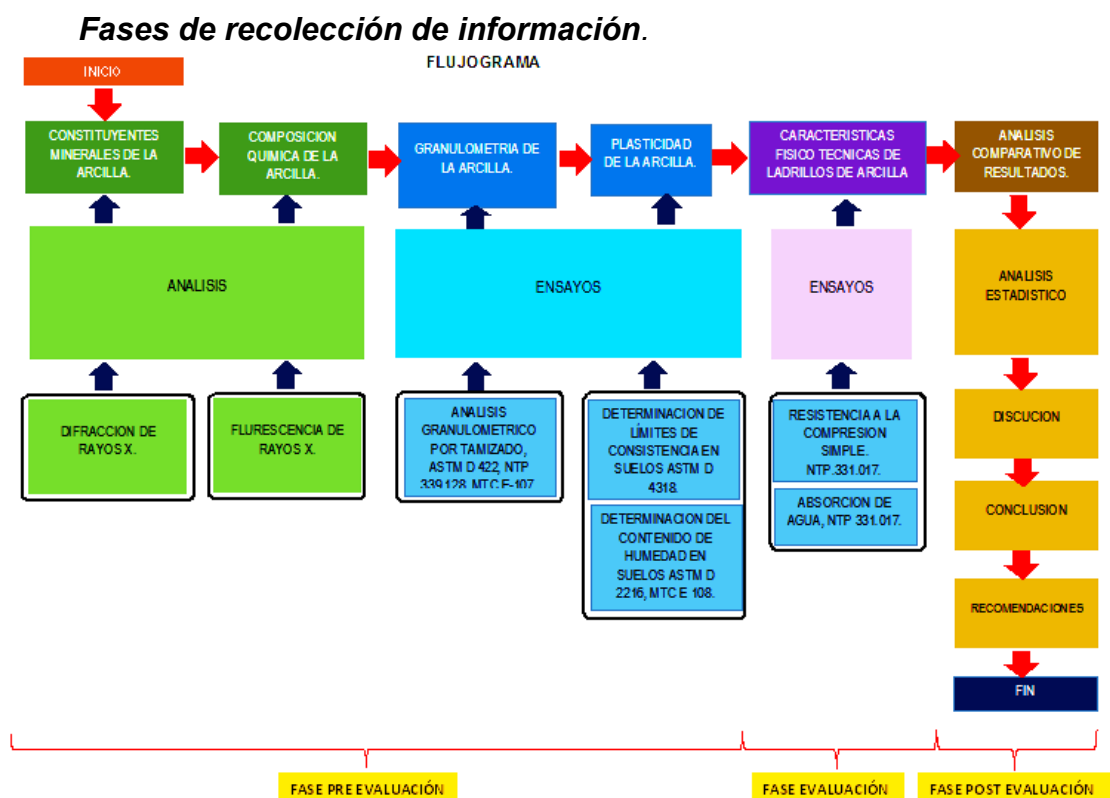
Calicatas	Muestra	Coordenadas WG 84 (Zona 18L)			Descripción
		Este	Norte	Cota	
1	P	806574	8511398	3408	Suelo arcilloso, color rojo.
2	Q	806676	8511370	3408	Suelo limo arcilla, color rosado
3	R	806695	8511326	3408	Suelo limo arcilla, color rosado
4	S	806408	8511270	3363	Suelo limo arcilla, color rosado
5	T	806492	8511169	3356	Suelo arcilloso, color amarillo.
6	U	806523	8511049	3345	Suelo limo arcilla, color rosado

Nota: Elaboración propia.

4.7. Técnicas de Recolección de Información

El proyecto de investigación fue de carácter experimental, porque en su desarrollo se realiza una serie de análisis y ensayos de laboratorios, para que mediante el análisis experimental obtener la composición, química, mineralogía, y por medio de ensayos obtener las características físicas del suelo, los resultados obtenidos de los ensayos primordialmente de muestras de arcilla y ladrillos son comparadas con parámetros de normas alemanas, normas técnicas peruanas, tablas y ábacos de manuales, donde se encuentran las características y especificaciones técnicas, los resultados confirmaran si cumplen o no con los parámetros aceptables para fabricación de ladrillos.

Figura 12



Nota: Elaboración propia.

4.7.1. Fase Pre Evaluación

4.7.1.1. Constituyentes minerales de la arcilla.

a) Análisis de Difracción de Rayos X.

Este análisis se realizó para conocer la Composición Mineralógica de las muestras del suelo fino denominado (Arcilla) de la concesión no metálica San Roque de la Comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco. Para lo cual se preparó y envió seis (6) muestras de suelo, con un peso de 1 Kg por muestra. Al Laboratorio de Investigación y Servicios (LABINSERV) de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA), quienes luego de realizar los análisis me entregaron los Informes de Ensayos que contenían los respectivos reportes de datos y gráficos.

b) Características del difractómetro de rayos X.

Este equipo utilizado para obtener la composición mineralógica de la muestra, posee las siguientes especificaciones técnicas:

- Marca: Rigaku (Japón).
- Modelo: Miniflex 600.
- Voltaje de 45 Kv (15 mAmp).
- Monocromador de haz difractado.
- Tubo de rayos X de ánodo de cobre.
- Intervalo de barrido entre 0° a 90°.
- Velocidad de goniómetro de 1° por minuto.

Figura 13

Muestra en proceso de molido en mortero de porcelana para análisis de difracción de rayos X



Nota: Fotografía adaptada de Laboratorio de investigación y servicios (LABINSERV) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa 2019.

Figura 14

Preparación de muestras de arcilla para ser analizado por el Difractómetro de rayos X



Nota: Fotografía adaptada de (LABINSERV) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa 2019.

Figura 15

Colocado de muestras de arcilla, para ser analizadas con el Difractómetro de rayos X



Nota: Fotografía adaptada de LABINSERV Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa 2019.

Figura 16

Sistema completo para transferencia de datos del difractómetro de rayos X a una PC



Nota: Elaboración propia.

Tabla 14

Resumen de constituyentes minerales de las muestras de arcilla

Composición Mineralógica (%)	Muestras y N° de Reporte					
	P 22166-20	Q 22167-20	R 22168-20	S 22169-20	T 22170-20	U 22171-20
Cuarzo	27.96	13.20	59.05	26.80	14.80	36.79
Albite	1.30	30.80	1.90	0.28	0.20	1.00
Oligoclase	3.61	0.58	0.90	4.50	1.10	4.50
Andesine	0.61	0.10	0.90	0.69	0.20	1.90
Labradorite	49.01	0.05	0.60	38.60	37.90	1.00
Bytownite	0.40	0.09	0.16	0.38	0.51	0.43
Anorthite	0.64	51.27	0.48	0.34	0.14	0.21
Orthoclase	3.91	0.07	8.88	3.40	0.31	0.21
Sanidine	0.21	0.08	0.40	0.40	0.96	22.40
Microcline	0.30	0.18	0.16	0.56	0.12	0.65
Anorthoclase	0.50	0.09	0.15	1.90	0.20	0.40
Montmorillonite	0.21	0.11	0.80	6.10	0.15	10.50
Caolinita	0.29	0.13	0.69	0.82	0.27	0.06
Illita	0.70	1.94	0.50	0.40	0.09	0.64
Vermiculite	1.57	0.33	1.74	0.20	0.51	0.16
Dickite	2.20	0.17	0.29	0.78	0.17	0.10
Nacrite	0.21	0.04	0.90	0.14	1.20	0.06
Chlorite	0.45	0.07	0.40	0.67	6.23	8.72
Dolomite	0.08	0.07	0.60	0.11	0.12	0.10
Ankerite	0.70	0.02	0.80	0.24	0.17	0.09
Goethita	0.26	0.01	0.03	0.06	0.03	0.04
Hematita	0.02	0.03	1.00	0.09	0.10	0.22
Siderite	0.07	0.08	0.16	0.08	0.10	0.10
Pyrite	0.02	0.03	0.70	0.11	0.12	0.13
Gypsum	0.07	0.01	0.08	0.16	0.10	0.05
Horblenda	0.04	0.01	0.20	0.04	0.01	0.14
Calcite o (CaCO ₃)	0.12	0.03	5.59	10.10	30.70	5.90
Phlogopite	0.77	0.12	8.59	0.47	0.31	0.79
Biotite	2.77	0.17	0.04	0.41	2.65	0.06

Nota: Se utilizó los reportes de análisis de difracción de Rayos-X de muestras de arcilla, realizadas por el Laboratorio LABINSERV de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA). Elaboración propia.

4.7.1.2. Composición química de la arcilla.

a) Análisis de fluorescencia de Rayos X.

Este análisis se realizó para conocer la composición química de las muestras de suelo fino denominado (Arcilla) de la concesión no metálica San Roque de la comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco. Consistió en el análisis de seis (6) muestras de suelo, con un peso aproximado de 50 g. por muestra; Los cuales se enviaron al Laboratorio de Investigación y Servicios (LABINSERV) de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA), quienes luego de realizar los análisis me entregaron los Informes de Ensayos con su respectivo reporte.

b) Equipo de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva.

El equipo de fluorescencia utilizado para evaluar la composición química de las muestras, posee las siguientes características técnicas:

- Marca: Rigaku (Japón).
- Modelo: Nex QC Quant EZ.
- Monocromador multicapa (Filtro 1°, 2° y 3°).

c) Preparación de muestra para el análisis de fluorescencia rayos X:

- Análisis en Aire o Helio.
- 5 g. de muestra aproximadamente.

Figura 17

Muestras de arcilla preparadas para analizar con el equipo de fluorescencia de rayos X



Nota: Foto proporcionada por el laboratorio (LABINSERV – UNSA).

Figura 18

Equipo de fluorescencia de rayos X, marca Rigaku



Nota: Elaboración propia, foto tomada durante la visita al laboratorio (LABINSERV – UNSA)

Figura 19

Sistema completo para transferencia de datos del equipo de fluorescencia de rayos X a una computadora personal PC



Nota: Foto tomada durante la visita al laboratorio (LABINSERV – UNSA).

Tabla 15**Resumen de resultados de composición química de muestras de arcilla**

Composición Química (%)	Muestras y N° de Reporte.					
	P 22155-19	Q 22156-19	R 22157-19	S 22158-19	T 22159-19	U 22160-19
Cl	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
SiO ₂	59.00	68.10	64.50	60.50	43.70	65.00
Al ₂ O ₃	18.60	13.40	15.60	13.70	11.40	15.50
Fe ₂ O ₃	5.25	3.18	4.05	3.62	3.84	4.70
MgO	4.73	7.30	8.07	8.32	5.74	8.84
K ₂ O	4.33	3.86	4.24	3.75	3.06	4.30
TiO ₂	0.94	1.00	1.01	1.02	0.79	1.07
CaO	1.18	0.83	4.82	10.40	25.30	5.19
SO ₃	0.13	0.83	0.18	0.22	0.26	0.20
MnO	0.13	0.06	0.11	0.12	0.11	0.08
Sc ₂ O ₃	0.09	-	0.18	0.37	1.06	0.21
V ₂ O ₅	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.08
ZrO ₂	0.05	0.07	0.06	0.07	0.04	0.06
Co ₂ O ₃	0.05	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04
BaO	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04
Cr ₂ O ₃	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04
NiO	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
CuO	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Rb ₂ O	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ZnO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
SrO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
PbO	0.01	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Y ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
SnO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO ₃	0.00	-	-	-	0.00	-
As ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aq ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Se utilizó los reportes de análisis de fluorescencia de Rayos-X de muestras de arcilla, realizadas por el Laboratorio LABINSERV de la Universidad Nacional de San Agustín (UNSA).

4.7.1.3. Clasificación granulométrica de muestras de arcilla**Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería****Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, (SUCS), Norma****Técnica Peruana NTP 339.134, 1999 (Revisada 2019)**

El sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) considera tres grandes grupos de suelos: Suelos de grano grueso, suelos de grano fino y suelos altamente orgánicos. Estos tres grupos a su vez son subdivididos en un total de 15 categorías básicas de suelos.

Esta clasificación se basa en observaciones visuales y ensayos de laboratorio, para esta clasificación un suelo es clasificado de acuerdo a

los grupos básicos de suelos, dándole un símbolo(s) y nombre de grupo, quedando finalmente clasificado. Empleando diagramas de flujo.

a) Instrumentos utilizados:

Los instrumentos requeridos para clasificar las muestras de suelo; Son necesarios una carta de plasticidad y una hoja de curva de distribución granulométrica acumulativa.

Ensayos requeridos para la clasificación de suelos:

Los ensayos son los siguientes:

- Humedad natural.
- Tamizado mecánico de muestras.
- Limite líquido, Limite plástico e Índice de plasticidad.
- Análisis granulométrico por tamizado.
- Ensayo: Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.
- Normas de referencia ASTM D6913/D6913M, (2017)

b) Equipos de laboratorio:

- Balanza con dos cifras significativas.
- Horno de secado, rango de temperatura de 110 +/- 5°C.
- Serie de tamices (Ver Tabla 15)
- Tamiz de lavado N° 200.
- Pipeta y vasijas.
- Bandeja, cepillo y brocha.
- Agitador magnético de tamices.

Tabla 16

Tamices utilizados para el ensayo de granulometría.

Tamiz	Estándar
3"	75 mm
2"	50 mm
1 ½"	38,1 mm
1"	25 mm
¾"	19 mm
3/8"	9,5 mm
Nº 4	4,75 mm
Nº 20	0,85 mm
Nº 40	0,425 mm
Nº 60	0,25 mm
Nº 140	0,106 mm
Nº 200	0,075 mm

Nota: Norma Técnica Peruana NTP 339.128, 1999 (Revisado 2019).

c) Preparación de la muestra.

- La cantidad de muestra para este análisis se obtiene por método de cuarteo, utilizado para reducir la cantidad de muestra puede realizarse utilizando un cuarteador o de forma manual, el cual puede realizarse en muestra húmeda, muestra secada al aire o muestra secada al horno.
- La muestra obtenida en el método del cuarteo se coloca en el horno para secado a 110+5°C.

Figura 20

Reducción de muestras por el método de cuarteo

Nota: Foto de archivo personal.

d) Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.**Procedimiento:**

El ensayo utilizado para esta investigación fue mediante el Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.

Lavado de muestra. En resumen, consiste en los siguientes pasos:

- Una vez secada y enfriada la muestra se procede a tomar la masa de la muestra seca la cual se registra con tres cifras significativas o decimales, por seleccionar el método A.
- Traspasar la muestra remojada al tamiz de lavado (N° 200), siempre evitando derramar en todo momento, luego de vaciar el pocillo de la muestra lave el material restante sobre el tamiz de lavado con chorro de agua.
- Lave la muestra con chorro de agua, para facilitar el lavado, manipular con bastante cuidado sobre el tamiz, sin derramar. Lave primero las partículas gruesas y colocarlo en el pocillo, seguir lavando hasta que salga agua limpia.
- Seguidamente transferir la muestra lavada a un recipiente o pocillo, recupere toda la muestra inclinando el tamiz y lavando por la parte externa de la malla, decante el agua del pocillo donde se deposita la muestra lavada cuidando de no perder material y seque en el horno durante 24 horas hasta una masa constante a temperatura de $110 \pm 0.5^\circ\text{C}$.
- Finalmente, la muestra secada al horno se saca y deja enfriar por 30 minutos, esta se pesa y se pasa por los tamices designados (Ver Tabla 15), para obtener los pesos retenidos en cada malla, datos que serán utilizados para la clasificación granulométrica de suelos.

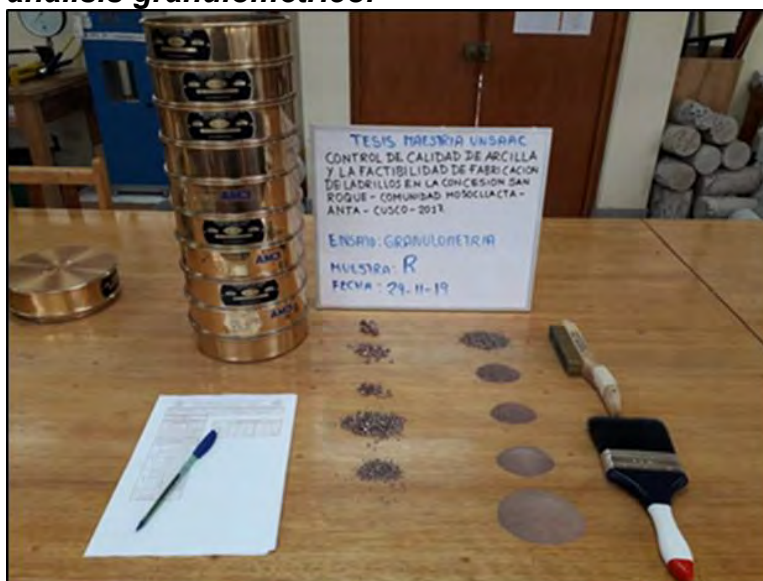
Tabla 17

Resumen de análisis granulométrico por tamizado de muestras de arcilla.

Muestra	Fracción granulométrica (%)		
	Grava	Arena	Finos
P	1.48	24.97	73.55
Q	0.42	18.86	80.72
R	3.37	22.34	74.29
S	6.16	25.36	68.48
T	5.83	41.88	52.29
U	8.43	22.26	69.31

Nota: Los ensayos se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de mecánica de suelos, rocas y geotecnia (LMSRG) de la Escuela profesional de Ing. Geológica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).

Figura 21

Vista de tamices, cepillo metálico y brocha, utilizado en ensayo de análisis granulométrico.

Nota: Foto de archivo personal.

4.7.1.4. Plasticidad de la arcilla

Determinación de límites de Atterberg en suelos utilizando la Norma Técnica Peruana NTP 339.129.

a) **Determinación de Límite líquido (L.L.) y Límite plástico de suelos.**

Equipos y/o aparatos utilizados:

- **Dispositivo de límite líquido (Cuchara de Casagrande):**
Conformado por un sistema mecánico que consta una copa de bronce conectado a un eje que lo soporta, el cual controla las caídas en una base de caucho duro, el sistema utilizado se opera de forma manual.
- **Acanalador:** Esta herramienta esta echa de plástico y con las dimensiones estándar. El diseño del acanalador puede variar mientras se mantengan sus dimensiones esenciales.
- **Calibre:** Consta de un pequeño bloque metálico de calibración que sirve para ajustar la altura de caída de la copa.
- **Contenedores:** Resistentes a la corrosión con tapas de cierre hermético para secar especímenes con contenido de humedad.
- **Balanza:** Con una aproximación de 0.01 g.
- **Plato de porcelana,** vidrio o plástico de 11,4 cm (4 1/2 pulgadas) de diámetro, para prevenir la pérdida de la humedad.
- **Placa de vidrio pulido,** de forma cuadrada de 30 cm (12 pulgadas) de lado y 1 cm (3/8 pulgadas) de espesor, para elaborar los hilos de limite plástico.
- **Barra para referencia,** para Límite Plástico, Ø:3x100 mm.
- **Espátula,** con hoja flexible de dimensiones aproximadas de 2 cm (3/4 pulgadas) de ancho y 10 a 13 cm (3 a 4 pulgadas) de largo.

- **Tamiz**, de 20.3 cm (8 pulgadas) de diámetro, 425 μm (N° 40) de acuerdo a lo normado por la NTP 350.001, con altura de 5 cm (2 pulg) sobre la malla.
- **Frasco de lavado**, o contenedor, utilizado para añadir agua al suelo y soltarlo del tamiz de lavado.
- **Horno**, con termostato, recomendable del tipo tiro forzado, que mantenga una temperatura de 110 ± 5 °C.

Los límites de plasticidad deben determinarse en la fracción de suelo menor que la malla N° 40.

b) Determinación del Limite líquido (L.L.) de suelos.

Se procede de la siguiente manera:

- De la muestra principal separar una cantidad de muestra para obtener de 150 a 200 g, de muestra de suelo que pase por el tamiz N° 40, Después de esta operación secar la muestra a temperatura ambiente o en horno a una temperatura que no exceda los 60 °C, para uniformizar los terrones con facilidad.
- Pasar la muestra por el tamiz N° 40, agitando para lograr separar la fracción más fina, repetir la operación las veces que sean necesarias para conseguir que el material fino se ha separado y en el tamiz se ha quedado la arena y grava y obtener la cantidad necesaria.
- El suelo fino obtenido al tamizar con la malla N° 40, separar un peso aproximado de 150 a 200 g, luego este colocar en un plato de porcelana y humedecer con poco de agua, batir esta mezcla (suelo y agua), hasta que se forma una pasta uniforme.

- Con una espátula colocar una porción de pasta en la copa de Casagrande, de una altura o espesor de 1 cm. y con el acanalador apropiado realizar la ranura correspondiente, el cual debe estar perpendicular a la superficie de la copa en todo el recorrido.
- Sujetar y girar la manivela de la copa de Casagrande a una velocidad aproximada de 2 golpes por segundo, tomando en consideración que el número de golpes realizados para que los pies del talud de la ranura se cierren en una longitud de 1.27 cm (1/2"); La ranura debe cerrarse por flujo del suelo y no por otro efecto.
- Juntar el suelo sobrante en la copa de Casagrande, con ayuda de la espátula y repetir el paso anterior por dos veces más, si se consigue la misma cantidad de numero de golpes para cerrar la ranura, entonces se repite la misma operación por una cuarta vez; Se cumple que entre dos determinaciones, la diferencia de numero de golpes sea más de uno.
- Si durante la operación se obtuvo un valor de numero de golpes entre un rango de 6 y 35 golpes, coger con la espátula 10 g de la mezcla aproximada, de la ranura cerrada para calcular el contenido de humedad.
- Se debe repetir los pasos anteriores, pero con el suelo conteniendo otras humedades, se recomienda para mojar el suelo utilizar un gotero, batir la pasta hasta que el agua que se añadió se diluya en la mezcla, si se quiere secar el suelo, utilizando la espátula repetir el mezclar para que se evapore el agua. No debe utilizarse el horno para secar la mezcla.

- Con los datos obtenidos se grafica la Curva de Fluidez, con la relación contenido de agua versus número de golpes, considerando los primeros datos como ordenadas y los segundos como abscisas, en una escala logarítmica, la curva obtenida debe aproximarse a una recta entre los 6 y 35 golpes, en cambio la ordenada que corresponde a los 25 golpes, viene a ser el Límite Líquido (L.L.)

Figura 22

Determinación de Límite Líquido (L.L) de suelos



Nota: Vista muestra equipo de cuchara de Casagrande, espátula, pocillo de porcelana y capsulas, para ensayo de límite líquido, en el laboratorio de la escuela profesional de Ing. Geológica - UNSAAC.

c) Determinación del Límite plástico (L.P.) de suelos.

El ensayo se desarrolla de la siguiente forma:

- Mézclase perfectamente la cantidad de 15 g de suelo húmedo.
- Rólese el suelo sobre una placa de vidrio o metal con la mano, hasta alcanzar un diámetro de 3mm (1/8”).

- Repítase la etapa anterior hasta que el cilindro presente señales de desmoronamiento y agrietamiento al alcanzar el diámetro de 3 mm (1/8").
- Al llegar al límite señalado anteriormente, determínese el contenido de agua de una parte del cilindro correspondiente.
- Repítase las etapas anteriores dos veces más para obtener tres valores. El límite plástico del suelo será el promedio de las tres dimensiones.

Figura 23

Determinación de Límite Plástico (L.P) de suelos



Nota: Vista muestra equipo vidrio esmerilado, espátula, pocillo de porcelana y capsulas, para ensayo de límite plástico en el laboratorio de la escuela profesional de Ing. Geológica - UNSAAC.

Tabla 18

Resultados de Límites líquido y plástico de muestras de suelo investigadas

Límites de Atterberg (%)	Muestras (Arcilla)					
	P	Q	R	S	T	U
Límite líquido (L.L)	29.71	NP	NP	20.39	23.02	NP
Límite plástico (L.P.)	16.21	NP	NP	14.67	14.61	NP
Índice de plasticidad (IP)	13.50	NP	NP	5.72	8.41	NP

Nota: Los ensayos se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de mecánica de suelos, rocas y geotecnia (LMSRG) de la Escuela profesional de Ing. Geológica - UNSAAC.

4.7.1.5. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

Este sistema es el más utilizado para caracterizar suelos en vista que abarca o cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino si más de la mitad de sus partículas, en peso son finas (Juárez Badillo y Rico Rodríguez, 2018).

Tabla 19

Clasificación según Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Muestra	Fracción Granulométrica (%)			Índice de plasticidad (%)	Clasificación SUCS	Descripción
	Grava	Arena	Finos			
P	1.48	24.97	73.55	13.5	CL	Arcilla de baja plasticidad
Q	0.42	18.86	80.72	NP	ML	Limo de baja plasticidad.
R	3.37	22.34	74.29	NP	ML	Limo de baja plasticidad.
S	6.16	25.36	68.48	5.72	CL-ML	Arcilla limosa de baja plasticidad.
T	5.83	41.88	52.29	8.41	CL	Arcilla de baja plasticidad.
U	8.43	22.26	69.31	NP	ML	Limo de baja plasticidad.

Nota: Adaptación del Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, (SUCS), Norma Técnica Peruana NTP 339.134, 1999 (Revisada 2019)

4.7.1.6. Análisis Térmico Diferencial (ATD)

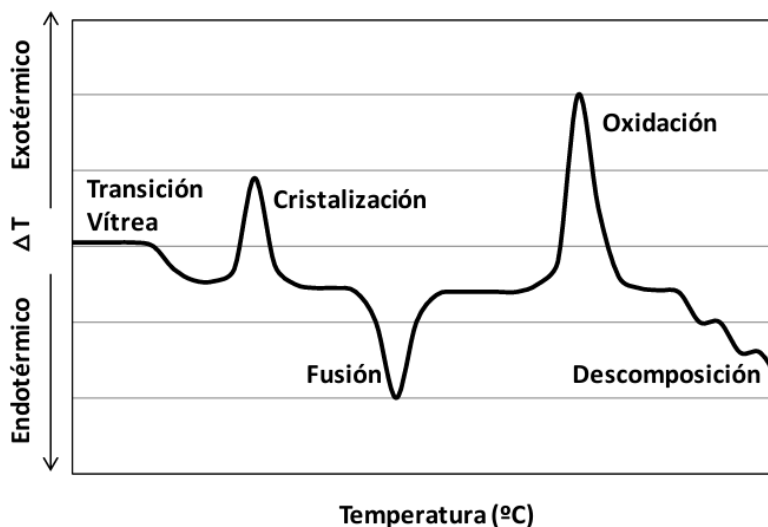
a) Definición

Consiste en registrar la variación de temperatura (ΔT) entre una muestra y un material de referencia con comportamiento térmico inerte, mientras ambos se someten de manera simultánea a un mismo programa de calentamiento o enfriamiento. A través de esta técnica es posible identificar procesos asociados a la absorción o liberación de energía calorífica por la muestra, lo que facilita el estudio de sus transiciones de

fase, así como la detección de reacciones químicas que ocurran durante el ensayo. Aunque el ATD suele considerarse menos preciso que la calorimetría diferencial de barrido (DSC), dado que únicamente proporciona información de carácter cualitativo, continúa siendo una metodología ampliamente utilizada en el análisis de materiales.

El termograma de ATD representa la variación de ΔT en función de la temperatura aplicada durante el calentamiento. En la Figura 4 se muestra una curva característica de este tipo de análisis. En las zonas horizontales de la curva, donde la pendiente es nula, la energía suministrada por el horno es utilizada de manera equivalente tanto por la muestra como por el material de referencia, lo que se traduce en una igualdad de temperaturas y, por consiguiente, en un valor de ΔT igual a cero. Sin embargo, cuando la muestra experimenta una transformación endotérmica —como puede ser una fusión—, la energía absorbida se destina al proceso de cambio de fase en lugar de aumentar la temperatura. En contraste, la referencia inerte continúa incrementando su temperatura en concordancia con el horno, lo que origina un desplazamiento del ΔT hacia valores negativos hasta alcanzar un mínimo, que corresponde al máximo de la transformación. Posteriormente, una vez que la muestra retoma la ganancia de temperatura y se equipara con la referencia, la curva retorna a la línea base. En el caso de que ocurra una transformación exotérmica, el comportamiento de la curva es inverso, reflejándose en un pico en la dirección opuesta.

Figura 24

Termograma de análisis térmico diferencial

Nota: Adaptado del libro de cátedra Análisis Farmacéutico. Universidad de la Plata. Buenos Aires, Argentina. M. G. Volonte, 2013.

El motivo de representar los procesos endotérmicos con los picos para abajo y los exotérmicos para arriba es una convención que, si bien se respeta en la totalidad de los casos, no evita que puedan hallar termogramas a la inversa.

En determinados casos, la línea base del gradiente de temperaturas puede experimentar un desplazamiento, ya sea transitorio o permanente, posterior al pico registrado. Este comportamiento refleja una variación en el calor específico de la muestra tras la reacción. En esencia, la técnica posee un carácter cualitativo, ya que permite identificar la temperatura en la cual ocurre la transformación energética analizada, así como la naturaleza endotérmica o exotérmica del proceso. Las curvas de Análisis Térmico Diferencial (DTA) resultan distintivas para cada sustancia; sin embargo, están fuertemente condicionadas por las variables experimentales bajo las cuales se obtienen.

El área del pico en una curva DTA está determinada principalmente por la masa de la muestra, la entalpía de la reacción y otros factores asociados, como la geometría y la conductividad térmica del material. A ello se suma la influencia de una constante de calibración dependiente de la temperatura, lo cual imposibilita la conversión directa de las áreas de los picos en magnitudes de masa o energía sin conocer previamente el valor de dicha constante a la temperatura correspondiente. De esta manera, se resalta la relevancia de un calibrado riguroso en los ensayos de DTA.

En consecuencia, mediante una adecuada calibración, esta técnica puede adquirir un carácter semicuantitativo, permitiendo estimar el calor involucrado en el proceso estudiado (Ver Anexos: Informes de Ensayos de Análisis Termogravimétrico – TGA).

b) Equipo de Análisis Térmico Diferencial

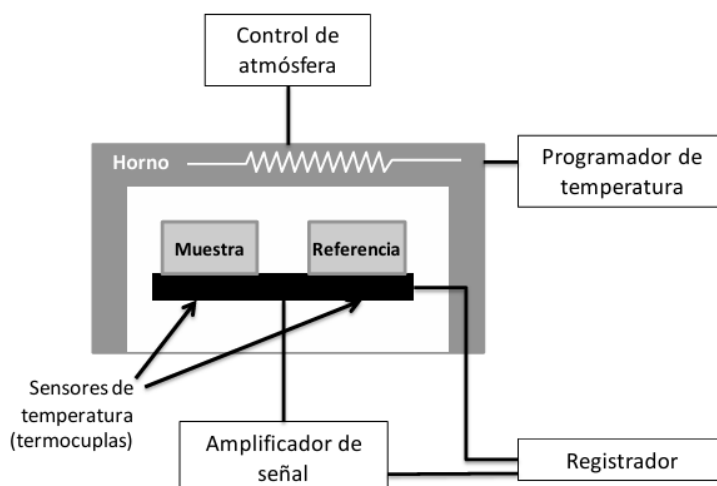
Un esquema representativo de un equipo de Análisis Térmico Diferencial (ATD) se muestra en la Figura 5. Este dispositivo está conformado por un sistema de calentamiento o horno, que dispone de pocillos destinados a la muestra y a la referencia, además de un controlador diferencial de temperatura con su correspondiente sistema de amplificación y registro. Asimismo, incorpora controladores que regulan tanto la temperatura como la atmósfera del horno. Durante su operación, el equipo registra la diferencia de temperatura entre la muestra y la referencia (ΔT) en función de la temperatura del horno, también denominada temperatura programada (TP).

El soporte destinado a la muestra suele estar constituido por un bloque de material inerte con alta conductividad térmica —como acero inoxidable, aluminio, cobre o níquel— en el cual se alojan los pocillos correspondientes a la muestra y a la referencia. Esta última debe seleccionarse de manera que permanezca inalterada dentro del intervalo de temperatura de trabajo, siendo comunes materiales como alúmina, carburo de silicio o esferas de vidrio.

El conjunto se coloca en el interior del horno, el cual se somete a un programa de calentamiento controlado mientras se registra su temperatura (TP). Dicho horno, además, posibilita la regulación tanto del tipo de gas como de la presión en contacto con la muestra. Finalmente, en proximidad a los pocillos se sitúan termopares que registran continuamente la temperatura de la muestra y de la referencia, así como la diferencia entre ambas ($\Delta T = T_R - T_M$).

Los distintos modelos comerciales de equipos presentan variaciones en cuanto a su rango de operación térmica. Para aplicaciones en el ámbito farmacéutico se emplean dispositivos de alta sensibilidad, cuyo rango de trabajo se sitúa aproximadamente entre -150 y 500 °C. En contraste, existen equipos capaces de alcanzar temperaturas del orden de 1600 °C, los cuales resultan más apropiados para el estudio de materiales inorgánicos.

Figura 25

Esquema de un equipo de Análisis Térmico Diferencial

Nota: Adaptado del libro de cátedra Análisis Farmacéutico. Universidad de la Plata. Buenos Aires, Argentina. M. G. Volonte, 2013.

4.7.1.7. Estabilidad de Pulpas Arcillosas

La estabilidad de pulpas arcillosas, constituye un aspecto crítico en los procesos donde se manipulan suspensiones sólidas en medios líquidos, particularmente en industrias como la minera, cerámica, farmacéutica y de materiales de construcción. Su importancia radica en que la estabilidad determina la facilidad de transporte, la homogeneidad de las mezclas, la eficiencia de los procesos de separación sólido-líquido y la calidad final del producto elaborado (Klein & Santamarina, 2003).

a) Concepto de estabilidad

Se entiende por estabilidad de una pulpa arcillosa la capacidad que presenta la suspensión para mantener en suspensión las partículas sólidas finas de arcilla, evitando fenómenos de sedimentación rápida, floculación no controlada o formación de fases heterogéneas que comprometan la reología del sistema.

Dado que las partículas de arcilla presentan dimensiones coloidales (generalmente menores a 2 μm), su comportamiento está fuertemente condicionado por fenómenos de superficie, interacciones electrostáticas y fuerzas de Van der Waals (Derjaguin–Landau–Verwey–Overbeek) (Hunter, 2001).

b) Factores determinantes de la estabilidad

La estabilidad de una pulpa arcillosa depende de variables intrínsecas (propias de la arcilla) y extrínsecas (del medio de dispersión):

- **Factores intrínsecos**

Mineralogía de la arcilla: La presencia de caolinita, montmorillonita o illita condiciona el grado de expansión de láminas, el poder de intercambio catiónico y la carga superficial (Grim, 1968).

Tamaño de partícula: Cuanto más fina es la fracción, mayor es la tendencia a permanecer en suspensión (Mitchell & Soga, 2005).

Forma de partícula: Las partículas laminares generan un comportamiento anisotrópico que afecta la viscosidad y la interacción entre agregados.

- **Factores extrínsecos**

pH del medio: Controla la ionización de los grupos superficiales y el espesor de la doble capa eléctrica (Zhou et al., 2015).

Concentración iónica: Una alta fuerza iónica promueve la compresión de la doble capa, favoreciendo la floculación (Israelachvili, 2011).

Presencia de dispersantes o floculantes: Agentes químicos como polielectrolitos modifican la interacción partícula – partícula.

Concentración de sólidos: Pulpa diluida tiende a ser más estable, mientras que altas concentraciones generan fenómenos de sedimentación por hindered settling o gelificación.

c) Comportamiento reológico

Las pulpas arcillosas exhiben típicamente un comportamiento no newtoniano, generalmente pseudoplástico o tixotrópico. La viscosidad aparente aumenta con la concentración de sólidos y la interacción entre partículas. La estabilidad se puede inferir de la relación entre esfuerzo cortante y tasa de deformación, lo cual es fundamental para el diseño de sistemas de bombeo, transporte y almacenamiento.

d) Evaluación de la estabilidad

Para caracterizar y cuantificar la estabilidad de pulpas arcillosas se utilizan métodos experimentales como:

- **Medición de potencial zeta:** Indicador de la repulsión electrostática entre partículas (Hunter, 2001).
- **Sedimentación controlada:** Determina la velocidad de clarificación del sobrenadante (Richardson & Zheng, 2019)
- **Reología:** Ensayos de viscosimetría para evaluar resistencia al flujo y tendencia a la floculación (Mewis & Wagner, 2012).
- **Microscopia y difracción laser:** Análisis del tamaño y distribución de agregados.

Para este proyecto se realizaron los siguientes ensayos a la pulpa arcillosa (Ver anexos: Densidad relativa, ensayo de pH, velocidad de sedimentación y ensayo de viscosimetría).

e) Implicancias prácticas

- **En minería:** La estabilidad influye en la eficiencia de separación sólido-líquido en espesadores y relaves (Klein & Santamarina, 2003).
- **En la industria cerámica:** Garantiza mezclas homogéneas para la conformación de piezas (Grim, 1968).
- **En la elaboración de ladrillos y materiales de construcción:** La estabilidad controla la plasticidad de la pasta y la resistencia mecánica posterior (Mitchell & Soga, 2005).
- **En el ámbito ambiental:** Determina la movilidad de contaminantes asociados a partículas arcillosas en efluentes (Zhou et al., 2015).

En resumen, la estabilidad de las pulpas arcillosas es un fenómeno complejo gobernado por interacciones fisicoquímicas y condiciones de operación. Su control requiere un enfoque integral que combine caracterización mineralógica, química de superficies y reología aplicada, con el fin de optimizar procesos industriales y garantizar la calidad de productos derivados.

4.7.1.8. Mezclas de tierra arcillosa para elaboración de ladrillos

Las mezclas de suelos para la elaboración de ladrillos de prueba se realizaron en base a la composición química, mineralógica, granulometría y plasticidad de los suelos, caracterizados en la concesión no metálica San Roque de la comunidad de Mosocllacta, donde el suelo que presentó mejores características para fabricar ladrillos es la muestra P y T, los suelos con características desgrasantes son la muestra R y U (con el incremento en la mezcla disminuye la plasticidad); Las mezclas propuestas se realizaron a partir de las cuatro (04) muestras (P, T, R y U)

de suelo fino y arena existente en la misma concesión, utilizando como unidad de medida una carretilla y pala. El procedimiento se realizó de forma manual, cabe mencionar por el clima lluvioso de la temporada los materiales acopiados en cancha estaban húmedos, motivo por el cual solo se utilizó cantidades mínimas de agua para preparar las mezclas para ladrillos.

Tabla 20

Composición de mezclas de muestras de suelos en porcentaje (%) de volumen

Muestra	Composición de mezclas (%V)						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P	30	20	25	0	0	0	20
R	30	40	25	0	0	0	20
T	0	0	0	30	20	25	20
U	0	0	0	30	40	25	20
Arena	40	40	50	40	40	50	20

Nota: Donde el volumen base es cuatro (4) carretillas. * (%V): Porcentaje de volumen.

* Medida utilizada: 1 carretilla = 15 palas. M1: Mezcla uno.

4.7.2. Fase de Evaluación

4.7.2.1. Resistencia a la compresión

Este consistió en someter los especímenes de ensayo (ladrillos de prueba elaborados) siguiendo los siguientes pasos:

a) Espécimen de ensayo

- **Ladrillo.** Se ensayaron unidades enteras secas y enfriadas con el ancho, altura y longitud total, con un área bruta de sección de contacto no menor de 360cm². Se ensayaron tres especímenes.
- **Refrentado.** Todos los especímenes deberán ser secados y enfriados antes de ser refrentados.

b) Procedimiento:

Ensayar los especímenes de ladrillo sobre su mayor dimensión, es decir la carga deberá ser aplicada en la dirección perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo.

La máquina de ensayo debe satisfacer los requerimientos habituales de práctica que se especifican en la norma ASTM E4 de Calibración de captadores de fuerza.

El apoyo superior debe ser un bloque metálico endurecido, asentado esféricamente y fijado firmemente en el centro del cabezal superior de la máquina; El diámetro de la superficie de contacto debe ser al menos de 127mm; La superficie del bloque de apoyo destinado a tener contacto con los especímenes debe tener una dureza no menor de 60 HRC de acuerdo a la prueba de dureza Rockwell. Cuando el área de contacto de los bloques apoyados esféricamente no sea suficiente para cubrir el área del espécimen, colocar una plancha de acero con una superficie maquinada con tolerancia de 0,03mm.

c) Velocidad de ensayo. Aplicar la carga hasta la mitad de la máxima esperada, con cualquier velocidad adecuada. Después de ello ajustar los controles de la máquina de manera tal que la carga remanente sea aplicada con una velocidad uniforme en no menos de un minuto ni más de dos minutos.

d) Calculo y reporte. Se calcula y reporta la resistencia a la compresión de cada espécimen con la ecuación que se indica a continuación, debiendo darse los resultados con aproximación a 69 KPa.

Fórmula para cálculo de la resistencia a la compresión:

$$C = W/A \quad (2)$$

Donde:

C: Resistencia a la compresión del espécimen, (Kg/cm²) o (Pa 10⁴).

W: Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A: Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

Calcular y reportar el promedio de la resistencia a la compresión determinado con aproximación a 69 kPa.

Tabla 21

Resultados de resistencia a la compresión de ladrillos de prueba

Elemento	N° de Muestra	Promedio (cm)			Dial (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio
		Largo	Ancho	Altura			
Blocker B1	1	29.00	12.00	18.50	6.76	68.95	69.28
	2	29.00	12.20	18.50	7.47	76.17	
	3	29.40	12.00	18.50	6.15	62.72	
Blocker B2	1	28.50	11.80	18.00	7.39	75.33	71.42
	2	29.00	11.90	18.50	6.14	62.59	
	3	29.00	11.60	18.50	7.49	76.35	
Blocker B3	1	29.20	12.00	19.00	5.46	55.68	68.99
	2	28.80	11.90	18.70	6.63	67.65	
	3	29.40	11.80	18.80	8.20	83.65	
Blocker B4	1	29.40	12.30	18.80	1.60	16.33	20.05
	2	29.80	12.50	19.00	2.03	20.67	
	3	29.50	12.50	18.70	2.27	23.16	
Blocker B6	1	29.50	12.50	19.00	2.39	24.41	25.30
	2	29.50	12.50	19.50	2.90	29.61	
	3	29.80	12.40	19.00	2.15	21.88	
Blocker B7	1	29.50	12.50	18.80	2.92	29.73	29.72
	2	29.50	12.30	19.00	2.55	26.04	
	3	29.50	12.80	19.00	3.27	33.37	
Blocker B-Noa	1	28.80	12.30	18.20	6.12	62.46	77.22
	2	28.50	11.80	18.20	8.20	83.60	
	3	28.50	12.00	18.20	8.39	85.61	

Nota: Las pruebas de rotura de ladrillos se realizaron en el Laboratorio de la empresa UNITEST SAC de Cusco.

4.7.2.2. Absorción de ladrillos

El ensayo se realizó de forma particular de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 331.017, 2003, (Revisada 2015), que contempla las siguientes condiciones:

- a) **Exactitud del peso:** La balanza a utilizar debe tener una capacidad no menor a 6000 g y una aproximación de 0,5 g.
- b) **Espécimen de ensayo:** El espécimen de ensayo consistirá en unidades enteras, según los requerimientos. Se ensayó tres unidades de ladrillo por cada elemento Blocker.
- c) **Procedimiento:**
- Secar y enfriar los especímenes de ensayo y pesar cada uno de ellos.
 - Sumergir el espécimen seco y enfriado, sin inmersión parcial previa, en agua limpia (potable) a temperatura de entre 15,5 °C a 30 °C durante el tiempo especificado.
 - Retirar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño y pesarlo. Pesar todos los especímenes dentro de los cinco minutos siguientes luego de ser retirados del agua.
- d) **Calculo e informe**
- Calcular y reportar la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión, con una aproximación al 0,1%.

Fórmula para cálculo de absorción:

$$\text{Absorción (\%)} = 100(Ws - Wd)/Wd \quad (3)$$

Donde:

Wd = Peso seco del espécimen.

Ws = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría

Calcular y reportar el promedio de absorción de agua fría de todos los especímenes ensayados, con una aproximación a 0,1%.

Tabla 22

Resultados de absorción de ladrillos por inmersión en agua fría durante 24 horas

Elemento	N° de Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Absorción	Promedio	%
Blocker B1	1	4650	5337	0.15	0.15	15
	2	4600	5271	0.15		
	3	4673	5361	0.15		
Blocker B2	1	4550	5206	0.14	0.14	14
	2	4451	5064	0.14		
	3	4486	5113	0.14		
Blocker B3	1	4640	5305	0.14	0.15	15
	2	4593	5287	0.15		
	3	4617	5317	0.15		
Blocker B4	1	5067	6008	0.19	0.18	18
	2	5013	5889	0.17		
	3	4994	5909	0.18		
Blocker B6	1	4601	5361	0.17	0.17	17
	2	4517	5288	0.17		
	3	4449	5196	0.17		
Blocker B7	1	5199	5997	0.15	0.16	16
	2	5089	5954	0.17		
	3	5095	5930	0.16		
Blocker B-Noa	1	4943	5570	0.13	0.13	13
	2	4899	5524	0.13		
	3	4883	5520	0.13		

Nota: Esta prueba fue realizada en mi domicilio, utilizando una balanza y tinas con agua y cronometro.

4.7.2.3. Variabilidad dimensional (Medida del tamaño)

a) Aparatos: Las unidades deberán ser evaluadas de manera individual utilizando instrumentos de medición de alta precisión, tales como una regla de acero graduada de 30 cm con divisiones milimétricas o,

alternativamente, un calibrador provisto de una escala comprendida entre 25 mm y 300 mm, equipado con cabezales paralelos para garantizar exactitud en la lectura. En el caso de ladrillos, bloques de albañilería o tejas de mayores dimensiones, se emplearán reglas de acero o calibradores de precisión cuyas longitudes se ajusten a los requerimientos específicos de cada pieza.

b) Procedimiento: Se procederá a medir diez unidades completas y en estado seco, seleccionadas de manera que resulten representativas de cada lote. La muestra deberá contemplar piezas que correspondan a los extremos de variación en cuanto a color y dimensiones, determinados previamente mediante inspección visual del cargamento. Dichos especímenes podrán emplearse de forma complementaria en la evaluación de eflorescencia u otras propiedades físicas del material.

c) Medidas individuales ancho, longitud y altura: La determinación de las dimensiones se efectuará midiendo el largo y el ancho en ambos extremos y en las dos caras de la unidad, tomando como referencia los puntos medios de los bordes que delimitan dichas superficies. Estas cuatro mediciones deberán registrarse con una precisión de 1 mm, calculándose posteriormente el promedio, el cual se consignará como el valor del ancho con una aproximación de 0,5 mm. De manera análoga, la altura se medirá en ambas caras y en los extremos, igualmente desde los puntos medios de los bordes, registrando cuatro valores con una precisión de 1 mm; el promedio de dichas mediciones representará la altura final, consignada con una aproximación de 0,5 mm. Para este procedimiento se empleará un micrómetro u otro dispositivo de medida

apropiado, graduado para leer incrementos de 0,001 mm. En caso de ser requerido, el ensayo deberá repetirse siguiendo la misma metodología.

Reportar el promedio del ancho, largo y alto de cada espécimen ensayado, con aproximación a 1 mm.

4.7.2.4. Medida de alabeo

a) Aparatos

- **Varilla de acero con borde recto.** Longitud mayor al largo del espécimen.
 - **Regla o cuña de medición:** Se emplea una regla metálica de acero de 30 cm, provista de divisiones milimétricas desde uno de sus extremos. De manera análoga, se utiliza una cuña de medición con dimensiones de 60 mm de longitud, 12,5 mm de ancho y un espesor inicial de 12,5 mm en uno de sus extremos, el cual decrece progresivamente a partir de una línea de referencia de 12,5 mm hasta alcanzar el espesor nulo en el extremo opuesto. Dicha cuña debe estar graduada y numerada en intervalos de 1 mm, permitiendo determinar con precisión el espesor comprendido entre la base AB y la superficie inclinada AC.
 - **Superficie plana:** De acero o vidrio, no menor de 300 mm x 300 mm y plenitud dentro del rango de 0,025 mm.
 - **Escobilla:** Una escobilla de cerdas suaves para limpiar.
- b) Especímenes:** Usar como especímenes diez unidades seleccionadas para determinar el tamaño.

c) **Preparación de los especímenes:** Los especímenes se ensayaran tal cual se recibe. Únicamente se eliminará con la escobilla el polvo adherido a la superficie.

d) **Procedimiento:**

- **Superficies cóncavas:** Cuando la distorsión a evaluar se presenta en una superficie cóncava, se debe disponer la varilla de borde recto de manera longitudinal o diagonal sobre la zona a inspeccionar, eligiendo siempre la posición que evidencie la mayor desviación respecto a una línea recta ideal. Posteriormente, se identifica la máxima distancia existente entre la superficie del espécimen y la varilla de borde recto. Esta separación debe cuantificarse utilizando la regla de acero o la cuña de medición, con una precisión de hasta 1 mm, consignando dicho valor como la magnitud de la distorsión cóncava de la superficie.
- **Bordes cóncavos:** En el caso de evaluar la distorsión de un borde con curvatura cóncava, se debe disponer la varilla de borde recto apoyada entre los extremos del borde en análisis. A continuación, se determina la máxima separación existente entre el borde del espécimen y la varilla recta. Esta distancia se mide empleando la regla de acero o la cuña de medición, con una exactitud de 1 mm, registrándose posteriormente como el valor de la distorsión cóncava del borde.
- **Superficies convexas:** Para la determinación de la distorsión en una superficie convexa, el espécimen debe colocarse de modo que dicha superficie quede en contacto con una base plana, procurando que las esquinas mantengan una disposición aproximadamente equidistante

respecto a dicha base. Posteriormente, utilizando la regla de acero o la cuña de medición, se procede a medir, con una precisión de 1 mm, la separación existente en cada una de las cuatro esquinas respecto a la superficie plana. Finalmente, el valor de la distorsión convexa del espécimen se obtiene registrando el promedio aritmético de las cuatro mediciones.

- **Bordes convexos:** En la evaluación de la distorsión de un borde convexo, se coloca la varilla de borde recto apoyada entre los extremos del borde objeto de análisis. A continuación, se identifica la máxima separación existente entre dicho borde del espécimen y la varilla. Esta distancia debe determinarse con la regla graduada de acero o mediante la cuña de medición, garantizando una aproximación de hasta 1 mm. El valor obtenido se registra como la distorsión convexa correspondiente al borde evaluado.
- e) **Informe:** Reportar todas las medidas de distorsión de cada espécimen ensayadas con aproximación a 1 mm.

4.7.2.5. Porcentaje de vacíos

a) Aparatos

- **Regla de acero o calibradores:** Según lo dispuesto en el ensayo de medidas de cambio de longitud.
- **Cilindro graduado:** Un cilindro de vidrio con capacidad de 500 ml.
- **Papel:** Una hoja de papel con superficie lisa y dura de no menos de 610 mm x 610 mm.
- **Arena:** Contar con 500 ml de arena limpia y seca.

- **Varilla de acero con borde recto.**
- **Superficie plana:** Disponer de una superficie limpia, seca, plana, lisa y nivelada.
- **Escobilla:** Una escobilla de cerdas suaves.
- **Felpudo de neopreno:** Una esponja de neopreno celulada de 610 mm x 610 mm y 6,4 mm de espesor.
- **Balanza:** Con una capacidad no menor a 3000 g y una aproximación a 0,5 g.

b) Especímenes de ensayo: Se usará una muestra de diez unidades seleccionadas según lo descrito para la determinación del tamaño. (Pueden utilizarse las mismas muestras tomadas para la determinación del tamaño)

c) Preparación de las muestras: Ensayar los especímenes tal cual se reciben. Únicamente se eliminará con la escobilla cualquier partícula adherida a las superficies.

d) Procedimiento:

- Medir y registrar la longitud, el ancho y la altura del espécimen tal como se describe en el procedimiento para la determinación del tamaño.
- Sobre una superficie plana se dispone inicialmente la esponja de neopreno y, sobre esta, se coloca de manera uniforme una hoja de papel. A continuación, el espécimen a ensayar se posiciona sobre el papel, cuidando que sus perforaciones queden orientadas en dirección vertical.
- Las perforaciones del espécimen deben llenarse con arena, dejándola caer libremente sin aplicar presión ni compactación dentro de los orificios. Posteriormente, con ayuda de una varilla de acero de borde

recto, se procede a nivelar la arena a ras de la superficie superior del espécimen. Finalmente, se elimina cualquier exceso de material tanto de la cara superior del espécimen como de la hoja de papel, empleando para ello una escobilla.

- Levantar el espécimen de muestra de tal manera permita que la arena que se encuentra dentro de las perforaciones caiga sobre las hojas de papel.
- Vaciar la arena de la hoja de papel a la balanza, pesar y registrar con aproximación de 0,5 g.
- Con una muestra independiente de arena, se debe llenar un cilindro de 500 ml hasta la marca de calibración correspondiente, dejando que el material se deposite de manera natural, sin agitación ni vibración. Posteriormente, la arena contenida en el cilindro se transfiere a la balanza para su pesaje, registrando el valor obtenido con una precisión de $\pm 0,5$ g.

e) Cálculo e informe:

- Determinar el volumen de arena contenido en el espécimen de ensayo como se indica:

$$V_s = \frac{500ml}{S_c} \times S_u \quad (4)$$

Donde:

V_s : Volumen de arena contenida en el espécimen de ensayo.

S_c : Peso de 500 ml de arena contenida en el cilindro graduado.

S_u : Peso de la arena contenida en el espécimen de ensayo, g.

- Determinar el porcentaje de vacíos como se indica:

$$\% \text{Area de vacios} = \frac{Vs}{Vu} \times \frac{1}{16,4} \times 100 \quad (5)$$

Donde:

Vs : Volumen de arena determinado en ml.

Vu : Longitud por ancho por profundidad registrado en cm³

- Se reporta los resultados de la ecuación dada líneas arriba, para cada espécimen como el porcentaje de área de vacío, con una aproximación a 1%.

4.7.2.6. Succión – ensayo de laboratorio

a) Equipos

- **Bandejas o recipientes:** Las bandejas y recipientes destinados a contener agua deberán presentar una profundidad mínima de 13 mm, además de contar con dimensiones de largo y ancho que aseguren una superficie de agua no inferior a 2000 cm². Asimismo, la base de la bandeja debe mantenerse plana cuando se coloque de manera adecuada, garantizando que un área mínima de 200 mm de longitud por 150 mm de ancho permanezca nivelada al ser verificada mediante un nivel de burbuja.
- **Soportes para ladrillos:** Se emplearán dos barras de acero resistentes a la corrosión, con una longitud comprendida entre 125 mm y 150 mm. Dichas barras podrán presentar secciones transversales de forma triangular, semicircular o rectangular, siempre que su espesor sea cercano a 6 mm. La diferencia de espesor entre

ambas no deberá superar los 0,03 mm y, en el caso de secciones rectangulares, el ancho máximo permitido será de 8 mm.

- **Dispositivos para mantener el nivel de agua constante:** Se deberán emplear medios apropiados para verificar que el nivel del agua se mantenga por encima de la superficie superior de los apoyos del ladrillo, con una tolerancia máxima de 0,25 mm (véase Nota 1). Dichos medios incluyen dispositivos que permitan incorporar el agua a la bandeja a una velocidad equivalente a la tasa de absorción del ladrillo sometido a ensayo (véase Nota 2). Un procedimiento eficaz para controlar la adición de agua consiste en utilizar un ladrillo o medio ladrillo de referencia, de manera que el desplazamiento de 3 mm de agua corresponda al ladrillo o medio ladrillo en prueba, con una variación de $\pm 2,5$ %. El ladrillo de referencia debe sumergirse completamente en agua por un tiempo no mayor a tres horas antes de su utilización.

NOTA 1. Para asegurar un control preciso del nivel del agua, se recomienda colocar en el extremo de una de las barras dos alambres metálicos rígidos, doblados hacia arriba y nuevamente hacia abajo, de modo que finalicen en dos puntos de referencia: uno ubicado a $3 \text{ mm} - 0,25 \text{ mm}$ y otro a $3,18 \text{ mm} + 0,25 \text{ mm}$ sobre la superficie o el borde superior de la barra. Esta exactitud puede lograrse mediante el empleo de placas de fondo o un microscopio micrométrico. El nivel del agua se considerará dentro de los límites especificados cuando, al ser iluminado con reflectores de luz, el punto inferior produzca burbujas en la superficie mientras que el punto superior permanezca fuera de contacto con el agua. Se aceptará cualquier otro método que permita establecer y mantener una profundidad constante de inmersión, siempre que

ofrezca resultados equivalentes. Un ejemplo adicional es el uso de soportes rígidos ajustables en relación con el nivel del agua.

NOTA 2. El uso de un tubo de goma conectado a un sifón o a un sistema de alimentación por gravedad, regulado mediante un clip de resorte, constituye un medio manual apropiado para controlar el nivel del agua. Sin embargo, los dispositivos de bajo costo suelen carecer de la sensibilidad necesaria, lo que limita su eficacia para detectar los pequeños cambios de nivel requeridos en este ensayo.

- **Balanza:** Con una capacidad no menor a 3000 g y una aproximación a 0,5 g.
- **Horno de secado:** El equipo debe permitir una circulación libre de aire y garantizar la estabilidad de la temperatura en un rango comprendido entre 105 °C y 115 °C.
- **Dispositivo de sincronizado:** Se debe utilizar un dispositivo apropiado, preferentemente un reloj o un cronómetro, capaz de medir intervalos de un minuto con una precisión aproximada de ± 1 s.

b) Espécimen de ensayo: Se debe ensayar cinco ladrillos enteros.

c) Procedimiento:

- La determinación del período inicial de absorción deberá realizarse conforme al ensayo establecido, ya sea mediante secado en horno o secado al aire. En caso de no especificarse el método, se adoptará el procedimiento de secado en horno. Los especímenes de prueba deben ser secados y enfriados siguiendo lo señalado en los apartados y procedimientos anteriores.

NOTA 3: No hay correlación entre el valor del período inicial de absorción en ambiente aireado y al horno. Los métodos de ensayo proporcionan diferente información.

Procedimiento de secado al horno: Secar y enfriar los especímenes de ensayo.

Procedimiento de secado en ambiente aireado: Las unidades deben conservarse sin apilarse, manteniendo un espacio entre ellas, en un ambiente ventilado a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y con una humedad relativa comprendida entre el 30 % y el 70 %, durante un período de cuatro horas. Además, deberá asegurarse una corriente de aire generada por un ventilador eléctrico por un lapso no inferior a dos horas. El procedimiento continuará hasta que dos pesadas consecutivas, realizadas con un intervalo de dos horas, registren una variación en el peso —ya sea ganancia o pérdida— que no exceda el 0,2 % respecto de la última pesada efectuada al espécimen.

- En el caso de unidades rectangulares, la longitud y el ancho de la superficie plana del espécimen de ensayo deberán medirse con una precisión de $\pm 1,3\text{ mm}$. Para unidades de geometría distinta, se determinará el área en contacto con el agua mediante métodos equivalentes apropiados. Posteriormente, el espécimen deberá pesarse con una aproximación de $\pm 0,5\text{ g}$.
- La bandeja utilizada para el ensayo de absorción debe posicionarse de modo que su base se mantenga completamente nivelada durante la ejecución de la prueba, verificado mediante un nivel de burbuja. Posteriormente, se colocará sobre los soportes, el ladrillo de referencia previamente saturado y se añadirá agua hasta que el nivel alcance $3,18\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$ por encima de dichos soportes.

- Una vez retirado el espécimen de referencia, el ladrillo de ensayo debe colocarse sobre una superficie plana, considerando como tiempo inicial (cero) el instante en que entra en contacto con el agua. Durante el período de inmersión, de $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$, el nivel del agua deberá mantenerse dentro de los límites establecidos, añadiendo más agua en caso necesario. Transcurrido dicho intervalo, el espécimen se retirará, se eliminará el exceso de agua superficial con un paño húmedo y se procederá a pesarlo con una precisión de $\pm 0,5 \text{ g}$. La eliminación del agua superficial debe realizarse en un máximo de 10 segundos después de retirar el espécimen del agua, y el pesaje deberá efectuarse dentro de los 2 minutos siguientes.

NOTA 4. El ladrillo debe ponerse en contacto con el agua de manera rápida, evitando generar salpicaduras. Su colocación debe realizarse mediante un movimiento oscilante que impida la formación de bolsas de aire en la superficie inferior. Preferentemente, los ladrillos con cavidades o depresiones se dispondrán sobre una superficie plana con dichas cavidades orientadas hacia arriba, mientras que los ladrillos moldeados deberán colocarse con la cara rugosa en la parte inferior.

d) Cálculo e informe

- La diferencia en gramos entre el peso inicial y el peso final corresponde a la cantidad de agua absorbida por el ladrillo durante el minuto de contacto. En los casos en que el área de la superficie plana (largo \times ancho) no varíe más de $\pm 2,5 \%$ respecto a 200 cm^2 , el aumento de peso de cada espécimen deberá registrarse con una precisión de $0,1 \text{ g}$, reportándose como el índice inicial de absorción en un minuto.
- Cuando el área del espécimen difiera en más de $\pm 2,5 \%$ respecto a 200 cm^2 , deberá calcularse el peso equivalente a un área de 200 cm^2

- empleando la ecuación indicada a continuación, registrando el resultado con una precisión de 0,1 g.

$$X = \frac{200W}{LB} \quad (6)$$

Donde:

X : Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm².

W : Diferencia de pesos del espécimen, g.

L : Longitud del espécimen, cm.

B : Ancho del espécimen, cm.

- La diferencia de peso corregida X, de cada espécimen deberá registrarse con una precisión de 0,1 g, junto con el valor correspondiente a la absorción inicial en un minuto.
- En el caso de que el espécimen corresponda a un ladrillo común, se deberá calcular el área neta y reemplazarla en la ecuación indicada líneas arriba como L x B. La diferencia de peso corregida deberá reportarse como el valor de absorción inicial en un minuto, con una precisión de 0,1 g, así como la velocidad inicial de absorción en el mismo intervalo de tiempo.
- Cuando el espécimen no presente una forma prismática, el área neta deberá determinarse mediante el método geométrico correspondiente y sustituirse como L x B en la ecuación indicada líneas arriba
- Se deberá calcular y registrar el valor promedio de la absorción inicial de todos los especímenes analizados, con una precisión de 0,1 g/min/200 cm².

- En el informe deberá especificarse si el secado de los especímenes se efectuó mediante horno, o mediante secado al aire.

4.7.3. Fase de Post evaluación

4.7.3.1. Técnicas de análisis e interpretación de información

Los resultados obtenidos de los ensayos de Fluorescencia, Difracción, Granulometría y Plasticidad (materia prima), Resistencia a la compresión y Absorción (ladrillos); Se recopilan los datos y elaboran tablas de resumen de resultados y gráficos estadísticos, que permitirá el análisis de datos; Seguidamente comparar estos datos con las especificaciones técnicas, valores guía, carta de clasificación, carta de plasticidad, requisitos de compresión de manuales internacionales y normas técnicas peruanas (NTP); Luego se elabora las tablas comparativas de los resultados obtenidos al realizar los análisis y ensayos de laboratorio, con las especificaciones técnicas valores guía y requisitos con las especificaciones técnicas, valores guía, cartas y requisitos y así podremos determinar si las características físicas, químicas, mineralógicas, de la materia prima y físico técnicas del ladrillo, cumplen o no la factibilidad para la fabricación de ladrillos.

4.7.3.2. Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas

En esta fase de la investigación, como se desarrolla un proyecto de investigación de enfoque cuantitativo, el análisis estadístico de la información está compuesto por estas actividades:

- Estadística descriptiva
- Comprobación de hipótesis.

Tabla 23

Análisis e interpretación de la información

Hipótesis a ser probada	Hipótesis Nula (Ho) Hipótesis Alterna (Ha)	Nivel de Significancia	Prueba Estadística	Regla de Decisión
El control de calidad de la arcilla permitirá saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque Comunidad Mosocllacta - Anta - Cusco.	Ho: Si el control de calidad de la arcilla permitirá saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta Anta - Cusco.	95% $p < 0.05$	ANOVA	Si p valor es < 0.05 se acepta la Hipótesis Alterna (Ha) al 95% de confianza.
	Ha: No el control de calidad de la arcilla permitirá saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta Anta - Cusco.			Si p valor es > 0.05 se acepta la Hipótesis Nula (Ho) al 95% de confianza.

Nota: Elaboración propia

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Procesamiento, análisis, interpretación y discusión de resultados

5.1.1. Composición mineralógica de muestras de tierra arcillosa

De la composición mineralógica de las arcillas obtenidas de los reportes del Laboratorio de Investigación y Servicios de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (LABINSERV-UNSA) y los valores guía de arcillas y tierras arcillosas para la fabricación de ladrillos de albañilería de Alemania, del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción (2004), se elaboró la siguiente tabla.

Tabla 24

Discusión de caracterización de composición mineralógica de muestras de arcilla

Composición Mineralógica (%)	Muestras y N° de Reporte						Constituyentes minerales (%) de pasta para ladrillos Alemania
	P 22166-20	Q 22167-20	R 22168-20	S 22169-20	T 22170-20	U 22171-20	
Caolinita (arcilla refractaria)	0.29	0.13	0.69	0.82	0.27	0.06	0 - 15
Sericita+Illita	0.70	1.94	0.50	0.40	0.09	0.64	10 - 20
Esmectita	0.21	0.11	0.80	6.10	0.15	10.50	0 - 5
Clorita	0.45	0.07	0.40	0.67	6.23	8.72	0 - 5
Cuarzo	27.96	13.20	59.05	26.80	14.80	36.79	30 - 55
Feldespatos total	59.99	83.82	14.38	49.15	41.44	32.30	0 - 13
Calcita	0.12	0.03	5.59	10.10	30.70	5.90	0 - 10
Dolomita+Ankerita	0.78	0.09	1.40	0.35	0.29	0.19	<1
Goethita	0.26	0.01	0.03	0.06	0.03	0.04	<1
Hematita	0.02	0.03	1.00	0.09	0.10	0.22	<1
Siderita	0.07	0.08	0.16	0.08	0.10	0.10	<1
Pirita	0.02	0.03	0.70	0.11	0.12	0.13	<1
Yeso	0.07	0.01	0.08	0.16	0.10	0.05	<1
Hornblenda	0.04	0.01	0.20	0.04	0.01	0.14	<1
Resto, amorfo bajo rayos-X	8.02	0.32	11.71	3.90	5.04	1.57	1 - 10

Nota: Adaptado del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Alemania (2004).

En la tabla 24, de los resultados de la composición mineralógica de las muestras de arcilla evaluadas y porcentaje de constituyentes minerales de pasta para ladrillos del Manual para evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Alemania 2004. Se expone que el constituyente mineral Feldespato total, que se sub divide en Feldespato Cálculo (Plagioclasa) y Feldespato Potásico (Ortosa) que encontrados en las muestras de suelo analizadas es abundante. En las muestras P, Q, S y T, el feldespato total excede en porcentaje alto los valores guía de pasta para ladrillos de Alemania, seguido de las muestras R y U que también superan, en menor porcentaje los valores guía de rango de (0 – 13%). El otro mineral constituyente de importancia es el Cuarzo, que en la muestra U está dentro del rango y en la muestra R supera el máximo del rango de (35 – 55%), mientras que las muestras P, Q, S y T, el porcentaje está por debajo del rango. Otros minerales presentes en mínimo porcentaje son las arcillas propiamente dichas como la Caolinita está presente en todas las muestras entre el rango de (0 – 15%) y la Illita cuya presencia es inferior al rango mínimo de (10 – 20%), el mineral Calcita que es un carbonato, en la muestra T supera el rango (0 a 10%). Estas variaciones en la composición mineralógica de las muestras de arcilla, incrementan y disminuyen de manera significativa las propiedades mecánicas del ladrillo.

5.1.2. Composición química de muestras de tierra arcillosa

De la composición química de las arcillas obtenidas de los reportes del laboratorio LABINSERV-UNSA y los valores guía de composición química de pasta para ladrillos de albañilería de Alemania, del Manual

para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción (2004), se elaboró la siguiente tabla.

Tabla 25

Discusión de caracterización de composición química de muestras de arcilla

Composición Química (%)	Muestras y N° de Reporte.						Composición química (%) de pasta para ladrillos, Alemania
	P 22155-19	Q 22156-19	R 22157-19	S 22158-19	T 22159-19	U 22160-19	
SiO ₂	59.00	68.10	64.50	60.50	43.70	65.00	49,2 - 68,0
Al ₂ O ₃	18.60	13.40	15.60	13.70	11.40	15.50	10,2 - 19,4
Fe ₂ O ₃	5.25	3.18	4.05	3.62	3.84	4.70	2,7 - 8,0
TiO ₂	0.94	1.00	1.01	1.02	0.79	1.07	0,3 - 1,7
CaO	1.18	0.83	4.82	10.40	25.30	5.19	0,3 - 9,4 ¹⁾
MgO	4.73	7.30	8.07	8.32	5.74	8.84	0,5 - 2,9
K ₂ O	4.33	3.86	4.24	3.75	3.06	4.30	1,3 - 4,0
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	0,3 - 1,2
CaCO ₃	-	-	-	-	-	-	0 - 18
C _{org}	-	-	-	-	-	-	0,04 - 1,0
Azufre total	-	-	-	-	-	-	0,04 - 0,56
PPR	-	-	-	-	-	-	4,2 - 9,1

Nota: *PPR: Perdida por recocido. Adaptado del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Alemania (2004).

En la tabla 25, tenemos que la composición química de las muestras de suelo P, Q, R, S y U son apropiadas para la fabricación de ladrillos de Alemania, puesto que en conjunto cumplen con el porcentaje de contenido de elementos químicos principales como Sílice (SiO₂) de 59.0 a 65.0% están dentro del rango de (49,02 - 68,0%), Aluminio (Al₂O₃) de 15.0 a 18.6% está en el rango de (10,2 – 19,4%) y Hierro (Fe₂O₃) de 4.05 a 5.25% está en el rango de (2,7 – 8,0%). Por otro lado, estas muestras poseen un alto contenido de los otros compuestos secundarios como Magnesio (MgO) entre 4.73 a 8.84% superior al rango de (0,5 – 2,9%), Calcio (CaO) de 0.83 a 25.30% superior al rango de (0,3 – 9,4%) y Potasio (K₂O) entre 4.24 a 4.33% superando mínimamente el rango

superior de (1,3 a 4,0%) por lo cual estarían cumpliendo parcialmente la composición química de pasta para ladrillos. En cambio, la muestra T no alcanza al rango de porcentaje mínimo de SiO₂ y excede superiormente el contenido de CaO, con lo cual se descarta cumplimiento de composición química de pasta para ladrillos de Alemania.

5.1.3. Clasificación de suelos de muestras de tierra arcillosa

De los resultados obtenidos en la tabla 16, Resumen granulométrico por tamizado y Tabla 17, Resultados de límite líquido y plástico, de las seis muestras P, Q, R, S, T y U, para clasificar estos suelos se utilizó el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), del reporte de ensayos que se muestra en Anexos se elabora la siguiente tabla resumen.

Tabla 26

Discusión de sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) de muestras de suelo

Muestra	Fracciones de Grava, Arena y Finos (%)			Índice de Plasticidad (I.P) %	Clasificación SUCS	Descripción
	Grava	Arena	Limo y Arcilla			
P	1.48	24.97	73.55	13.5	CL	Arcilla de baja plasticidad
Q	0.42	18.86	80.72	NP	MH	Limo inorgánico micáceo.
R	3.37	22.34	74.29	NP	MH	Limo inorgánico micáceo.
S	6.16	25.36	68.48	5.72	CL-CM	Arcilla limosa de baja plasticidad con arena.
T	5.83	41.88	52.29	8.41	CL	Arcilla de baja plasticidad con arena.
U	8.43	22.26	69.31	NP	ML	Limo inorgánico micáceo.

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 26, según la clasificación SUCS las muestras P, T y S corresponden a Arcillas y Arcilla limosa de baja plasticidad (CL y CL-CM) respectivamente; En cambio las muestras Q, R y U son Limos inorgánicos (MH), que no poseen plasticidad.

5.1.4. Especificaciones técnicas y límites de Atterberg de la arcilla

Utilizando la tabla 17, Resultados de Límite líquido y plástico y la figura 5, Aplicación de los Límites de Atterberg para la valoración de la idoneidad técnica de tierras arcillosas de ladrillo, elaboramos la siguiente tabla 27, de discusión de especificaciones técnicas y límites de Atterberg de la arcilla.

Tabla 27

Discusión de especificaciones (valores guía) de tierra arcillosa y límites de Atterberg

Límite de Atterberg (%)	Muestras (Tierra Arcillosa)						Propiedades físico técnicas, límites de Atterberg.
	P	Q	R	S	T	U	
Límite plástico	16.21	NP	NP	14.67	14.61	NP	12-22 %
Límite líquido	29.71	NP	NP	20.39	23.02	NP	30-35 %
Índice de plasticidad (IP)	13.50	NP	NP	5.72	8.41	NP	7-18 %

Nota: Los rangos de las Propiedades fisicotécnicas se tomaron del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Walter Lorenz et al, (2004). NP = No presenta.

De la tabla 27, se puede diferenciar dos grupos de muestras de acuerdo a sus propiedades de plasticidad, la primera compuesta por tres muestras (P, S y T), pero únicamente las muestras P y T cumplen con las propiedades fisicotécnicas de índice de plasticidad de tierras arcillosas, con valores de índices de plasticidad (IP) de 13.50% y 8.41% respectivamente. El segundo grupo compuesto también por tres muestras (Q, R y U), no poseen plasticidad (NP).

5.1.5. Mezclas de tierra arcillosa utilizadas para fabricación de ladrillos

De la tabla 12, de Resumen de constituyentes minerales de muestras de arcilla y diálogos con el propietario Sr. Esteban Noa Quispe y técnicos de la Empresa Multiservicios “El Amigo Noa”, que actualmente producen ladrillos en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta – Anta, obtuve el diseño de mezcla que actualmente utilizan en la producción de ladrillos Blocker, para abastecer el mercado de la provincia de Anta y Cusco. Con esta información de referencia se elabora la siguiente tabla.

Tabla 28

Discusión de composición de mezclas de prueba y mezcla utilizada por la empresa ladrillera “El Amigo Noa” de la comunidad de Mosocllacta-Anta

Muestra	Composición de mezclas (%V)							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M-Noa*
P	30	20	25	0	0	0	20	50
R	30	40	25	0	0	0	20	0
T	0	0	0	30	20	25	20	0
U	0	0	0	30	40	25	20	0
Arena*	40	40	50	40	40	50	20	50

Nota: *M-Noa, es la mezcla utilizada por la empresa “El Amigo Noa” para fabricar ladrillos en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta – Anta. *Arena, este material no fue evaluado, solo se pudo describir y se trata de una arena fina feldespática.

En la tabla 28, se explica que para diseñar las mezclas se utilizaron cuatro de las seis muestras de tierra arcillosa analizadas, estas son la muestra (P, R, T y U), según la clasificación SUCS, la muestra (P y T) son Arcillas de baja plasticidad y las muestras (R y U) son Limos inorgánicos. Con fines de esta investigación se preparó siete diseños de mezclas. Las mezclas se pueden agrupar en tres grupos: Primer grupo

las mezclas (M1, M2 y M3), compuesto por las muestras (P: Arcilla), (R: Limo) y Arena; Segundo grupo mezclas (M4, M5 y M6), utilizando la muestra (T: Arcilla), (U: Limo) y Arena; Tercer grupo la mezcla (M7) compuesto por las muestras P, R, T, U y Arena, en porcentajes iguales de volumen.

5.1.6. Especificaciones y resistencia a la compresión de ladrillos

Utilizando la tabla 8, de Clasificación de unidades de albañilería para fines estructurales y la tabla 19, de resumen de Resistencia a la compresión de ladrillos de prueba, se elabora la tabla 29, de discusión sobre cumplimiento de resistencia a la compresión.

Tabla 29

Discusión de ladrillos que cumplen con la resistencia a la compresión mínima de la Norma E. 070, Albañilería

Elemento	N° de Muestras	Dial (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio Kg/cm ²	RESISTENCIA A COMPRESIÓN sobre área bruta Mínimo en Mpa (Kg/cm ²) 4.9 (50)
Blocker B1	1	6.76	68.95	69.28	CUMPLE
	2	7.47	76.17		
	3	6.15	62.72		
Blocker B2	1	39	75.33	71.42	CUMPLE
	2	6.14	62.59		
	3	7.49	76.35		
Blocker B3	1	5.46	55.68	68.99	CUMPLE
	2	6.63	67.65		
	3	8.20	83.65		
Blocker B4	1	1.60	16.33	20.05	NO CUMPLE
	2	2.03	20.67		
	3	2.27	23.16		
Blocker B5	-	-	-	-	(MUY FRAGIL)
Blocker B6	1	2.39	24.41	25.30	NO CUMPLE
	2	2.90	29.61		
	3	2.15	21.88		
Blocker B7	1	2.92	29.73	29.72	NO CUMPLE
	2	2.55	26.04		
	3	3.27	33.37		
Blocker B-Noa*	1	6.12	62.46	77.22	CUMPLE
	2	8.20	83.60		
	3	8.39	85.61		

Nota: La resistencia mínima se valoró de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E-070 Albañilería, 2020. *Blocker B-Noa, es el ladrillo producido por la Empresa "Amigo Noa" en la Comunidad de Mosocllacta – Anta.

En la tabla 29, se realizó la comparación de resultados de resistencia a la compresión de ladrillos de acuerdo a los parámetros de clase de unidad de albañilería para fines no estructurales de la Norma E-070 Albañilería (2020). De los siete elementos ladrillos Blocker de prueba elaborados, se ensayó tres especímenes de cada elemento para obtener un promedio, después de la rotura de los ladrillos Blocker se diferencia dos calidades de ladrillos Blocker, el primer grupo formado por los ladrillos Blocker B1, B2 y B3 que superan la resistencia a la compresión mínima, MPa (kg/cm²) 4.9 (50); el segundo grupo formado por los ladrillos Blocker B4, B6 y B7 con valores de resistencia promedio entre (20.05 – 29.72 Kg/cm²) valores que no cumplen la resistencia mínima; Cabe aclarar que el Blocker B5 no reporta su valor de resistencia a la compresión por ser demasiado frágil y se destrozó durante el manipuleo y transporte, también en la tabla 28, aparece el ladrillo Blocker B-Noa, con resistencia a la compresión entre (62.46 - 85.61 kg/cm²), producido por la Empresa “Amigo Noa”, en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta – Anta.

5.1.7. Especificaciones y porcentaje de absorción por inmersión en agua fría durante 24 horas de ladrillos

Utilizando la tabla 11, de Requisitos complementarios (absorción) de ladrillos y la tabla 22, de Resultados de absorción de ladrillos por inmersión en agua fría durante 24 horas de cada unidad de muestra aleatoria de ladrillos no debe exceder 8%, se obtiene la siguiente tabla 29, donde podemos apreciar que los ladrillos de prueba todos exceden el 8%, si el trabajo de investigación estaría enmarcado en la utilización del

ladrillo de arcilla correspondería calcular el coeficiente de saturación, para lo cual además se debe calcular la absorción de agua, mediante 5 horas de ebullición máxima, puesto que el coeficiente de saturación es igual al porcentaje de absorción entre el porcentaje de inmersión.

Tabla 30

Discusión de ladrillos que cumplen con los requisitos de absorción por inmersión en agua fría por 24 h

Elemento	N° de Muestra	Absorción %	Promedio %	Requisitos de absorción NTP 331.017 (2015), Max. > 22%
Blocker B1	1	15	15	CUMPLE
	2	15		
	3	15		
Blocker B2	1	14	14	CUMPLE
	2	14		
	3	14		
Blocker B3	1	14	15	CUMPLE
	2	15		
	3	15		
Blocker B4	1	19	18	CUMPLE
	2	17		
	3	18		
Blocker B5	-	-	-	-
Blocker B6	1	17	17	CUMPLE
	2	17		
	3	17		
Blocker B7	1	15	16	CUMPLE
	2	17		
	3	16		
Blocker B-Noa*	1	13	13	CUMPLE
	2	13		
	3	13		

Nota: Los requisitos de absorción son adaptados de la Norma Técnica Peruana NTP 331.017, 2003, (Revisada 2015). Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos para ladrillos menores al Tipo 10 (resistencia a la compresión menor a 10 MPa), absorción mayor a 22%. ***Blocker B-Noa**, es el ladrillo producido por la empresa “Amigo Noa” en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta – Anta.

En la tabla 30. Se comparó el porcentaje de absorción de los ladrillos Blocker, con los parámetros de absorción de la Norma Técnica Peruana NTP 331.017 (2015). Requisitos para ladrillos de arcilla usados en albañilería, de los siete elementos de prueba ladrillo Blocker B1, B2, B3, B4, B6 y B7, utilizando tres unidades de cada elemento para el ensayo de absorción en agua fría durante 24 horas, diferenciando dos grupos de rangos de absorción, uno conformado por los Blocker B1, B2 y B3 con rango entre (14 - 15%), el segundo conformado por los Blocker B4, B6 y B7 con un rango entre (16 – 18%), también se evaluó el ladrillo Blocker B-Noa, obteniendo una absorción igual a 13%. De acuerdo a la NTP 331.017, 2003, (Revisada 2015), para los ladrillos que tienen resistencias menores a 10 MPa, el porcentaje de absorción debería ser mayor al 22%. De este análisis podemos aseverar que el porcentaje de absorción está relacionado con la resistencia a la compresión de ladrillos.

5.2. Prueba de hipótesis para verificar la existencia de relación entre variables

Para verificar la existencia de relación entre variables, se aplica una de las pruebas estadísticas, denominada la prueba de análisis de varianza ANOVA, la cual es una prueba estadística que sirve para analizar si más de dos grupos difieren significativamente entre sí, en cuanto a sus medidas y varianzas. (Bernal Torres, 2006)

La prueba de hipótesis es una regla que especifica si se puede aceptar o rechazar una afirmación acerca de una población dependiendo de la evidencia proporcionada por una muestra de datos. Aplicando este

concepto realizamos las siguientes pruebas de hipótesis. Iniciamos por las hipótesis específicas y terminamos con la hipótesis general.

5.2.1. Prueba de hipótesis general.

Tabla 31

Análisis de varianza de control de calidad de la arcilla

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Índice de Plasticidad	6	27,63	4,605	31,69207		
Quartz	6	178,6	29,76666667	283,472307		
Illite	6	4,27	0,711666667	0,40849667		
Kaolinite	6	2,26	0,376666667	0,09494667		
Feldespato	6	237,28	39,54666667	858,283147		
SiO ₂	6	360,8	60,13333333	75,5386667		
Al ₂ O ₃	6	88,2	14,7	6,048		
Fe ₂ O ₃	6	24,64	4,106666667	0,56582667		
CaO	6	47,719	7,953166667	84,1961962		
Resistencia a la compresión	6	284,7636	47,4606	614,205522		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	f	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	25520,41475	9	2835,601639	14,5080283	0,00	2,073351163
Dentro de los grupos	9772,525893	50	195,4505179			
Total	35292,94064	59				

Nota: Se utilizó para el cálculo Excel (Microsoft Office LTSC Profesional Plus (2021)).
Dónde: f = f calculado, F = Valor crítico y P = Probabilidad.

Con la tabla 31, de Análisis de varianza de control de calidad de la arcilla, se realiza la interpretación de resultados:

Se tiene que el valor F calculado es mayor que el valor crítico para

F. (14.508 > 2.073)

También se puede interpretar de la tabla 30, que el valor:

(p calculado = 0.00) < (p tabular = 0.05)

En consecuencia, se deduce:

- Si $F <$ valor de la tabla, se acepta hipótesis nula H_0 .

- Si $F >$ valor de la tabla, se rechaza la hipótesis nula H_0 .
- Por tanto, se rechaza la H_0 y se acepta hipótesis alterna H_a .

En la misma tabla, también **se acepta la hipótesis alterna (H_a)** y rechaza la hipótesis nula (H_0) de las conjeturas planteadas:

H_a : Existe relación entre la calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad, Mosocllacta - Anta – Cusco 2017.

H_0 : No existe relación entre la calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad, Mosocllacta - Anta – Cusco 2017.

5.3. Presentación de resultados.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se resumen en las tablas 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38 y figuras 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32:

- a) **Constituyentes minerales de muestras de suelo.** De los datos de constituyentes minerales obtenidos se elabora la tabla 32, que se ve a continuación.

Tabla 32

Resultado de constituyentes minerales de muestras de suelo

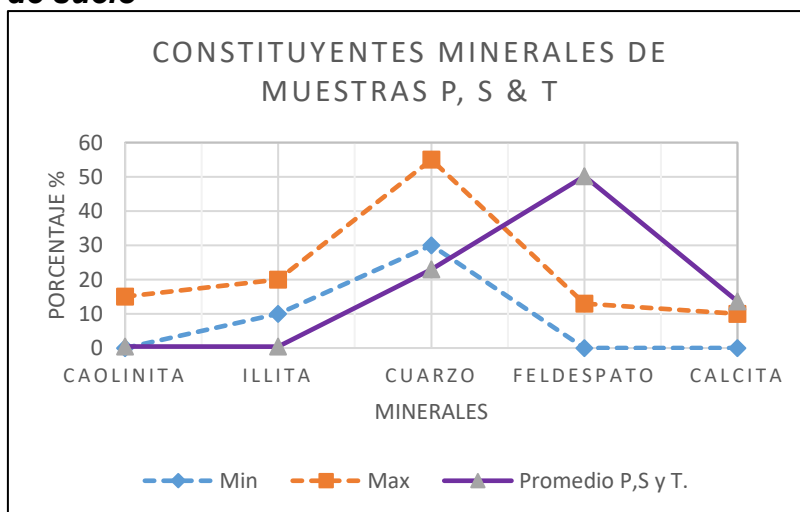
Minerales	Porcentaje %		
	Min	Max	Promedio de P,S y T.
Caolinita	0	15	0.5
Illita	10	20	0.4
Cuarzo	30	55	23
Feldespato	0	13	50
Calcita	0	10	14

Nota: Se tomó como referencia los rangos mínimo y máximo de constituyentes minerales de pasta para ladrillos del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Walter Lorenz et al, Alemania (2004).

Para una mejor interpretación se elaboró el gráfico estadístico figura 26, de Demostración de resultados de constituyentes minerales, donde se muestra que el porcentaje de los principales constituyentes minerales: Caolinita, Illita, Cuarzo, Feldespato y Calcita; en las muestras arcillosas: P, S, y T se encuentran en proporciones variables; se percibe que el mineral Illita y Cuarzo se encuentran presentes por debajo del rango mínimo permisible; los minerales de Feldespato y Calcita superan el rango máximo permisible de pastas para ladrillos de Alemania. Únicamente el mineral Caolinita se encuentra dentro del rango de pastas para ladrillos de Alemania ver figura 26.

Figura 26

Demostración de resultado de constituyentes minerales de muestras de suelo



Nota: Elaboración propia.

b) Composición química de las muestras de suelo. De los datos de composición química obtenidos se elabora la tabla 33, que se ve a continuación.

Tabla 33

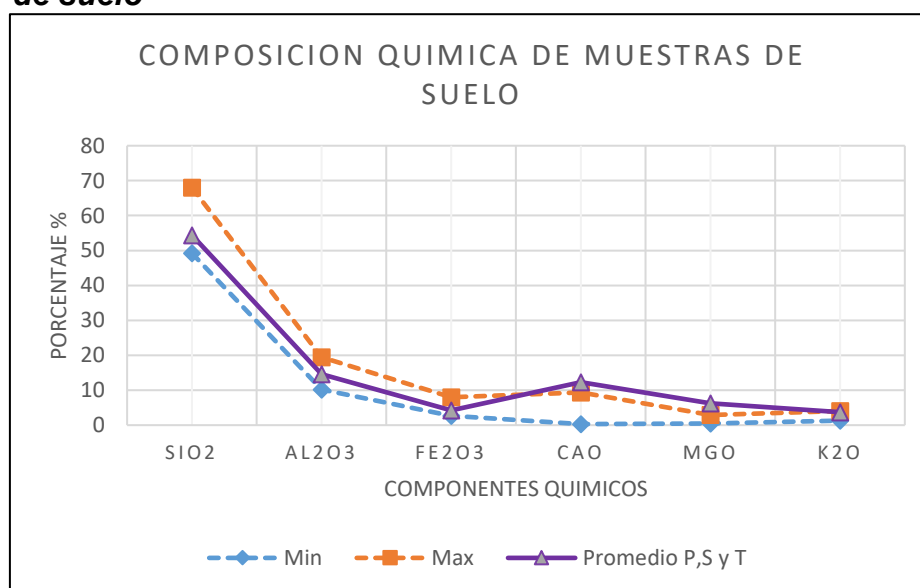
Resultados de composición química de muestras de suelo

Compuestos Químicos	Porcentaje %		
	Min	Max	Promedio de P,S y T.
SiO ₂	49.2	68	54.4
Al ₂ O ₃	10.2	19.4	14.6
Fe ₂ O ₃	2.7	8	4.2
CaO	0.3	9.4	12.3
MgO	0.5	2.9	6.3
K ₂ O	1.3	4	3.7

Nota: Se tomó como referencia los rangos mínimo y máximo del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Walter Lorenz et al, Alemania (2004).

Para mejor entendimiento se elaboró el gráfico estadístico figura 27, donde se muestra que los componentes químicos principales como SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO y K₂O, de las muestras arcillosas: P, S y T el promedio de componentes químicos como: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ y K₂O están dentro del rango permisible. Mientras que los componentes químicos de CaO y MgO superan el rango máximo permisible de pastas para ladrillos de Alemania, ver figura 27.

Figura 27

Demostración de resultados de composición química de muestras de suelo

Nota: Elaboración propia.

f) Propiedades físicas:

- **Granulometría de las muestras de suelo.** De la tabla 17 de Resultados de ensayos de granulometría por tamizado y tabla 7, de Propiedades físico técnicas (valores guía) de tierras arcillosas, se elabora la tabla 34, que vemos a continuación.

Tabla 34

Resultados de propiedades físicas (granulometría) de muestras de suelo

Tipo de suelo	Porcentaje %		
	Min.	Max.	Promedio de P, S y T.
Grava	0	0	4
Arena	25	60	31
Limo y Arcilla	25	65	65

Nota: Se adaptó como referencia los rangos mínimo y máximo de propiedades físico técnicas (valores guía) de tierras arcillosas (no cocidas) del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Walter Lorenz et al, Alemania (2004).

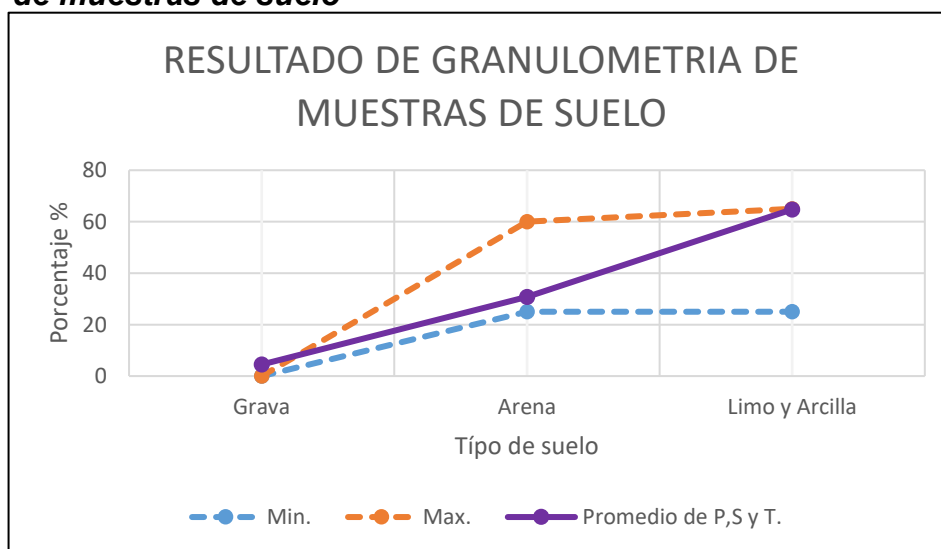
Para mostrar mejor estos resultados se elaboró la figura 28, con los rangos de granulométrica de valores guía y comparando la granulometría de las muestras P, S y T las cuales de acuerdo al ensayo de tamizado mecánico posee los siguientes tipos de suelo: Gravas, Arenas y Finos, en diferentes proporciones los cuales se promediaron y se compararon con los rangos de propiedades físico técnicas (valores guía) de Arena, Limo y Arcilla del Manual para la evaluación geológica técnica de recursos minerales de construcción. (Walter Lorenz et al, 2004)

Cabe aclarar que por limitaciones técnicas y económicas solo se pudo obtener la granulometría de Grava, Arena y Finos, que no coinciden en su totalidad con la granulometría de los valores guía del manual mencionado, que considera Arena, Limo y Arcilla, la única coincidencia

fue de la Arena que estaba dentro del rango de valores guía, con un valor del 31%, faltando determinar los valores de porcentajes diferenciados de Limo y Arcilla, que en conjunto si están dentro del rango máximo de valores guía del manual con un 65% como se muestra en la figura 28.

Figura 28

Demostración de resultados de propiedades físicas (granulometría) de muestras de suelo



Nota: Elaboración propia.

- **Límites de Atterberg de muestras de suelo.**

De la tabla 17 de Resultados de Límites de Atterberg promedios y la tabla 7, de Propiedades físico técnicas (valores guía) de tierras arcillosas obtenidos, se elaboró la tabla 35, que se mostramos a continuación.

Tabla 35

Resultados de propiedades físicas (Límites de Atterberg) de muestras de suelo

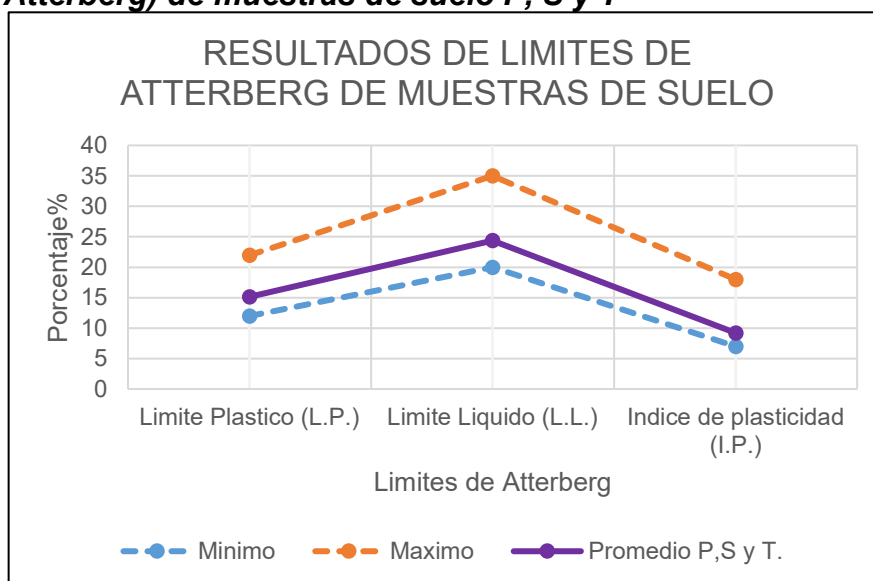
Límites de Atterberg	Porcentaje %		
	Mínimo	Máximo	Promedio P, S y T.
Límite Líquido (L.L.)	30	35	24
Límite Plástico (L.P.)	12	22	15
Índice de plasticidad (I.P.)	7	18	9

Nota: Se tomó como referencia los rangos mínimo y máximo de propiedades físico técnicas (valores guía) de tierras arcillosas (no cocidas) del Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción, Walter Lorenz et al, (2004)

Para mostrar los resultados de Límites de Atterberg se elaboró la figura 29, donde en el gráfico se aprecia que los valores promedio de Límite plástico, Límite líquido e Índice de plasticidad de las muestras arcillosas P, S y T están dentro de los rangos permisibles como se ve en la figura 29.

Figura 29

Demostración de resultados de propiedades físicas (Límites de Atterberg) de muestras de suelo P, S y T



Nota: Elaboración propia.

g) Volúmenes de mezclas de muestras de arcilla seleccionadas para ladrillo.

Para obtener los volúmenes de mezclas primeramente seleccionamos cuatro muestras (P, R, T y U) que cumplen las especificaciones técnicas, de un total de seis muestras analizadas. Seguidamente con las cuatro muestras seleccionadas formamos dos grupos: el primero conformado por las muestras (P y T), con características de suelos arcillosos, de acuerdo a su composición mineralógica, composición química, clasificado con el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS y estimación de volumen medio; El

segundo grupo conformado por las muestras (R y U), con características de suelos limosos, por su composición mineralógica, composición química, clasificación según el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS y estimación de volumen alto.

Se procede a realizar siete diseños de mezclas de arcilla utilizando las cuatro muestras seleccionadas en las proporciones mostradas en la tabla 36, codificados como (M1, M2, M3, M4, M5, M6 y M7) y se comparó con el diseño de mezcla para ladrillo de la empresa Amigo Noa (M-Noa) que actualmente produce ladrillos de arcilla tipo Blocker para la venta.

Tabla 36

Resultados de volumen de mezclas con muestras P y T para ladrillos

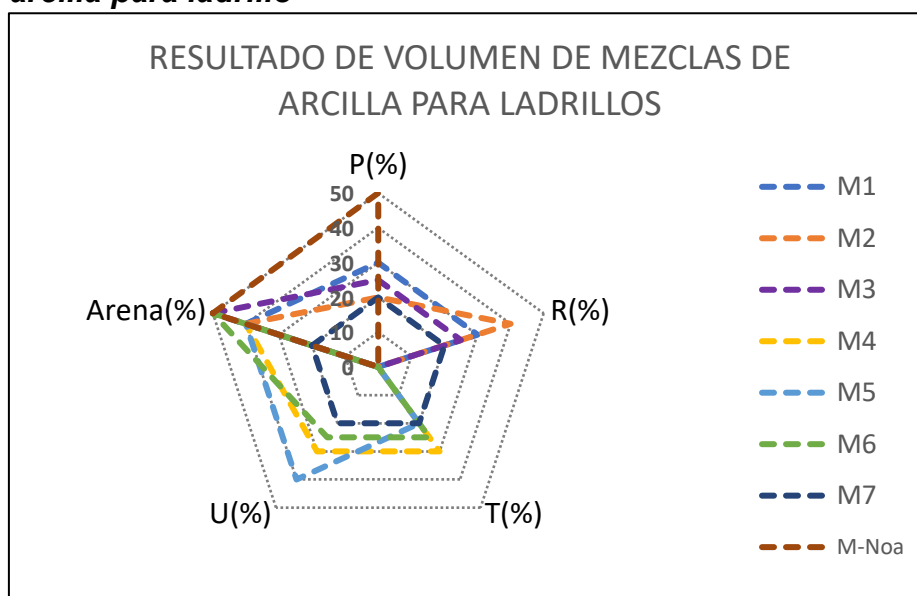
Muestra	Volumen %							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M-Noa
P	30	20	25	0	0	0	20	50
R	30	40	25	0	0	0	20	0
T	0	0	0	30	20	25	20	0
U	0	0	0	30	40	25	20	0
Arena	40	40	50	40	40	50	20	50

Nota: Elaboración propia.

En el gráfico estadístico Figura 30, se puede apreciar el porcentaje de aporte de cada muestra de arcilla en los diseños de mezcla M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y una mezcla patrón de la empresa Amigo Noa, que actualmente produce ladrillos en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco

Figura 30

Demostración de resultados de volumen de mezclas de suelo y arcilla para ladrillo



h) Resistencia a la compresión simple de ladrillos de arcilla.

De los datos obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos, se elaboró la tabla 37 que se muestra a continuación.

Tabla 37

Resultado de resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla

Resistencia (Kg/cm ²)	Elementos (Ladrillos)						
	Blocker B1	Blocker B2	Blocker B3	Blocker B4	Blocker B6	Blocker B7	Blocker B-Noa*
Promedio	69.28	71.42	68.99	20.05	25.3	29.72	77.22
Mínimo	50	50	50	50	50	50	50
Máximo	180	180	180	180	180	180	180

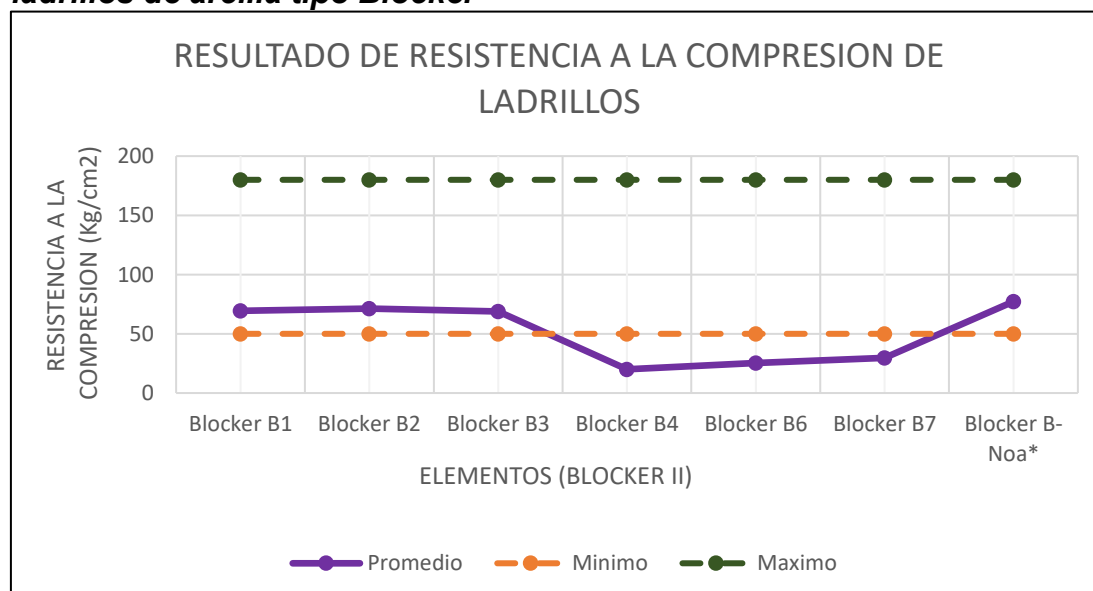
Nota: Los rangos mínimos y máximo de los parámetros de resistencia a la compresión para ladrillos de arcilla se obtuvieron del Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 Albañilería, 2020).

En la figura 31, podemos observar que los ladrillos de arcilla tipo Blocker: B4, B6 y B7, su resistencia está por debajo del rango mínimo de parámetro de resistencia a la compresión de la Norma E-070 Albañilería, en cambio los ladrillos Blocker: B1, B2 y B3 están dentro del rango mínimo de resistencia a la compresión de la Norma E-070 Albañilería.

Pero cabe mencionar que el ladrillo Blocker B5, no se consideró en el gráfico en vista que tuvo un comportamiento muy frágil (se destruyó al manipularlo). Además, el ladrillo Blocker: B-Noa corresponde al ladrillo producido por la empresa “Amigo Noa” que actualmente explota y produce ladrillos en la concesión San Roque de la Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco.

Figura 31

Demostración de resultado de resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla tipo Blocker



Nota: Elaboración propia.

- f) **Porcentaje de absorción por inmersión en agua fría durante 24 horas de ladrillos de arcilla.** De la tabla 21, de Resultados de absorción de ladrillos por inmersión en agua fría por 24 horas y la tabla 11, de Requisitos complementarios (absorción) se elaboró la tabla 38 que vemos a continuación.

Tabla 38

Resultados de porcentaje de absorción en agua fría durante 24 h, de ladrillos de arcilla

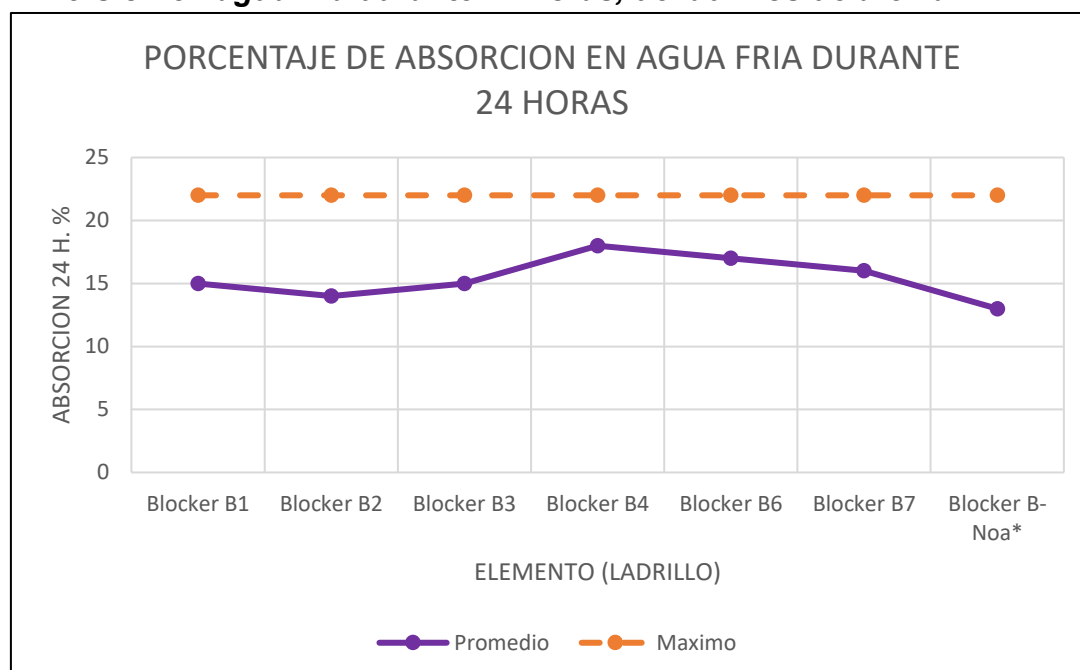
Absorción 24 horas %	Elementos (Ladrillos)						
	Blocker B1	Blocker B2	Blocker B3	Blocker B4	Blocker B6	Blocker B7	Blocker B-Noa*
P. Promedio	15%	14%	15%	18%	17%	16%	13%
P. Máximo	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%

Nota: La absorción de agua fría durante 24 horas de cada unidad de muestra aleatoria de ladrillos no debe exceder el 22%, según Norma Técnica Peruana NTP 331.017, 2003 (revisada el 2015) Unidades de Albañilería.

En la figura 32, de gráfico estadístico, se puede observar que el promedio de porcentaje de absorción de los siete elementos ladrillos Blocker no supera el valor máximo permisible de 22% de la Norma Técnica Peruana NTP 331.017, 2003 (revisada el 2015) de Unidades de Albañilería.

Figura 32

Demostración de resultados de porcentaje de absorción por inmersión en agua fría durante 24 horas, de ladrillos de arcilla



Nota: Elaboración propia.

5.4. Fuerzas de Porter

Michael Eugene Porter reconoció que todas y cada una de las empresas es particular – estas características únicas de una empresa en particular tienen un impacto significativo en el aspecto competitivo dentro de la industria-, pero empleando las experiencias y conocimientos relacionados con organizaciones de internet, revisando este marco conceptual, se percibe un patrón de pensamiento para desarrollar la rivalidad dentro de cualquier industria (Pandurics Anett & Csaba, 2015).

Dentro del marco de las fuerzas de Porter están (rivalidad con competidores existentes, amenaza de nuevos participantes, poder de proveedores y compradores, productos y servicios sustitutos) este método se basa en la visión de que una estrategia organizacional es identificar las oportunidades y amenazas en el entorno externo de la organización (Bruijl, 2018).

Desde este enfoque la competencia por las utilidades va más allá de los rivales establecidos de un sector e incluye a otras cuatro fuerzas competitivas: los clientes, los proveedores, los posibles entrantes y los productos sustitutos (Porter, 2008)

La importancia de aplicar esta metodología radica en que no importa cuál sea la rama de la industria, es muy importante contar con información primordial sobre la competencia y como estos impactan en el mercado. Las cinco fuerzas Porter indican lo siguiente:

a. Amenaza de nuevos participantes

Esto se refiere a que los nuevos competidores en un sector introducen nuevas ventajas y un deseo de ganar participación en el

mercado, lo que refleja variación sobre los precios, costos y la tasa de inversión necesaria para disputar el mercado. Hay casos donde los nuevos competidores pueden apalancar capacidades existentes y flujos de caja para mover a la competencia.

b. Poder de los proveedores

Los proveedores más poderosos pueden tener una influencia significativa en los costos y en la calidad de los productos o servicios de una empresa. Si existen pocos proveedores claves o si tienen insumos únicos, tendrán mayor poder de negociación, esto afecta las decisiones estratégicas de una empresa.

c. Poder de los clientes

Los clientes o consumidores, especialmente cuando tienen demasiadas opciones pueden ejercer presión sobre las empresas para bajar los precios o mejorar la calidad del producto. Entender esta situación obliga a las empresas diseñar ofertas más atractivas y competitivas.

d. Productos y servicios sustitutos

Los productos y servicios sustitutos representan una alternativa que puede cumplir la misma necesidad de los clientes. Si los sustitutos son accesibles, innovadores o de bajo costo pueden reducir la participación de mercado de una empresa. Por lo cual es crucial prevenir y reaccionar ante estas amenazas.

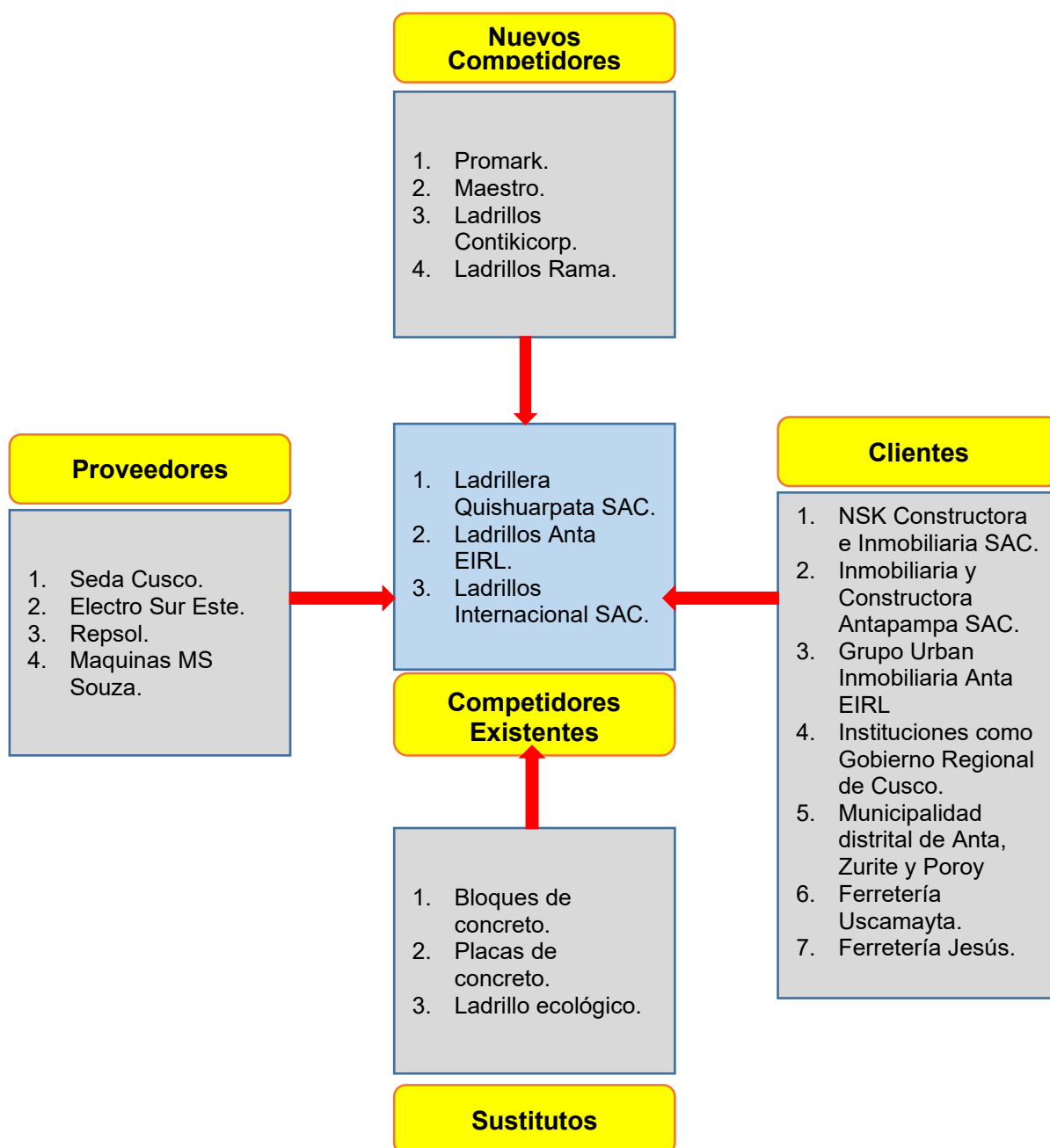
e. Rivalidad con competidores existentes

La competencia directa dentro de un sector depende de factores como: el número de competidores, el crecimiento del mercado y la

diferenciación de productos. Una fuerte rivalidad puede reducir márgenes de ganancia y obligar a las empresas a innovar permanentemente.

Figura 33

Diagrama de análisis de las cinco fuerzas de Porter del proyecto fábrica de ladrillos de Mosocllacta, Anta – Cusco.



Fuente: Adaptado de Google Academy.

5.4.1. Análisis de Fuerzas de Porter

El sector ladrillero en el Perú es intensamente competitivo y dividido. Se estima la industria ladrillera mueve cerca de 9,5 millones de toneladas al año (aprox. S/. 1600 millones), con un 50% del consumo en la capital Lima y el otro 50% en las regiones (destacando la región Cusco). La construcción de viviendas (especialmente la autoconstrucción) es el principal motor de demanda. Sin embargo, gran parte de la producción proviene de empresas informales, lo que añade incertidumbre y presión competitiva. A continuación, se evalúa cada fuerza de Porter, considerando empresas locales claves como Ladrillera Quishuarpata SAC, Ladrillos Anta EIRL, Ladrillos Internacional SAC.

a) Poder de negociación de los proveedores

La materia prima (arcilla, arena y limo). En el Perú la materia prima (arcilla) es abundante y de bajo costo, con muchos yacimientos en provincias como Cusco. La bibliografía indica que la concentración de proveedores es baja, debido a que la explotación de arcilla es abundante en el Perú. No existen grandes barreras para cambiar de proveedor de arcilla, lo que reduce el poder de negociación en esta etapa de la cadena productiva.

Los servicios públicos y suministros críticos. Por el contrario, los insumos energéticos y de servicios son escasos y dominados por pocas empresas. En Anta Cusco el agua potable (utilizado para mezcla y enfriamiento) la provee SEDACUSCO, la energía eléctrica la otorga Electro Sur Este y el combustible lo distribuyen marcas como Repsol o Petroperú. Estas concesiones monopólicas dan a dichos proveedores un

alto poder de negociación. No hay alternativa local a Electro Sur Este, lo que encarece la energía para las ladrilleras. Similarmente, la dependencia del combustible fósil (Repsol) para hornos eleva la vulnerabilidad ante subas internacionales de petróleo. En síntesis, aunque existen muchos proveedores de arcilla (bajo poder) los proveedores de servicios críticos concentran el suministro, ejerciendo presión sobre los costos. Un estudio sectorial subraya que “no hay costo de cambio con los proveedores” lo cual intensifica la guerra de precios entre ladrilleras, pero esto supone que, en general, los insumos esenciales pueden escasear.

Maquinaria y repuestos. Este sector requiere maquinaria (prensas, secadores, hornos) y repuestos. Si bien hay varios proveedores nacionales e importadores (Maquinas MS Souza), estos equipos son especializados y costosos. El alto costo de capital para equipos pesa en la negociación, pocas empresas grandes pueden absolverlo. Sin embargo, al haber más de un proveedor (incluso importación) el poder es moderado. En general, proveedores de servicios básicos alto poder; proveedores de insumos directos (arcilla, repuestos) bajo poder.

b) Poder de negociación de los clientes

Las grandes constructoras e inmobiliarias como (NSK, Grupo Urban): Estos compradores negocian por millares de ladrillos y suelen fijar contratos bajo licitación. Al representar volúmenes grandes, tienen gran poder de negociación, que pueden exigir descuentos por cantidad o mejores condiciones de entrega.

Si pueden elegir entre varios proveedores formales, presionan para bajar precios. De hecho, la industria relata que la negociación de precios es alta, los clientes exigen descuentos por volúmenes.

El estado y las municipalidades: En sus proyectos de infraestructura y vivienda social, el estado compra grandes volúmenes. Aunque los procesos de licitación imponen ciertas reglas, las municipalidades pueden negociar precios bajos al absorber grandes demandas, especialmente si hay varios ofertantes.

Las ferreterías y minoristas: Tiendas locales compran volúmenes más pequeños, pero al trabajar con varios proveedores buscan siempre la oferta económica. No suelen tener el mismo peso que las constructoras grandes, pero su demanda agregada (para clientes particulares de autoconstrucción) es significativa. La abundante competencia entre ladrilleras les da poder de elección, pues pueden cambiar de proveedores sin mayores costos.

Con el análisis del sector se concluye que el poder de negociación de los clientes es ALTO dada la facilidad de cambio y la fuerte competitividad de precios.

c) Amenaza de productos sustitutos

Tenemos bloques y placas de concreto, los bloques de hormigón y paneles prefabricados ofrecen construcción más rápida y estructuras de alta resistencia. Estudios locales advierten que constructoras están usando cada vez más (placas de drywall, bloques silico - calcáreos y placas de concreto) como alternativas al ladrillo de arcilla. Estos materiales aceleran procesos y reducen costos de mano de obra.

Además, la industria cementera está muy consolidada; cinco grandes cementeras concentran el mercado de insumos para prefabricados.

Ladrillos ecológicos y nuevos formatos, innovaciones como los ladrillos ecológicos representan una amenaza emergente. La empresa cusqueña Kontikicorp ha desarrollado ladrillos de arcilla estabilizada (secado en frío) que son impermeables, resistentes al frío, y hasta un 20% más económicos de producir que los ladrillos tradicionales. Aunque todavía poco comunes, podrían ganar mercado por su sostenibilidad y menor costo energético. Asimismo, el sector liderado por ALACEP planea lanzar nuevos formatos de ladrillos de grandes dimensiones y mayor carga portante (manteniendo propiedades sísmicas) para competir con los bloques de concreto.

En menor medida, otros sistemas (estructuras metálicas, adobe en zonas rurales) pueden desviar demanda, pero los más relevantes son los citados. En conjunto, la amenaza de sustitutos es moderada – alta. Las constructoras tienen alternativas fáciles con características deseables, lo que presiona a las ladrilleras a innovar o diferenciarse.

d) Amenaza de nuevos competidores

Hay interés de empresas consolidadas por entrar, cadenas de tiendas de materiales (Promart, Maestro, Rama) podrían integrarse hacia atrás e iniciar producción de ladrillos o distribuir marcas propias, aprovechando su red de ventas. Igualmente, empresas como Kontikicorp (marca cusqueña de ladrillos ecológicos) y proyectos innovadores locales evidencian que hay espacio para nuevos actores. Sin embargo, la entrada no es trivial, las barreras de entrada son altas. El sector requiere

economías de escala enormes (volúmenes por miles de unidades) y altas inversiones en planta, maquinaria e infraestructura para ser competitivos. Además, deben cumplir con trámites ambientales, licencias de seguridad industrial y pagos.

Por tanto, aunque hay interés y recursos potenciales, la amenaza de nuevos entrantes es moderada, las grandes empresas podrían entrar (impactando el mercado), pero las barreras (capital, logística, permisos) desincentivan muchos competidores potenciales.

e) Rivalidad entre competidores existentes

La competencia interna es muy intensa, el sector es fragmentado, solo unas 12 empresas llegan a reunir el 60% del mercado nacional. Y en la práctica conviven numerosas ladrilleras de pequeño a mediano tamaño (Quishuarpata, Anta, Internacional SAC). La falta de diferenciación conlleva a una (guerra de precios) como principal herramienta competitiva. Las empresas buscan continuamente reducir costos, Ladrillos Fortes invierte millones en automatizar sus plantas (pasando de hornos de 7 – 15 días a hornos túnel de 24 horas) para ser más eficientes. Esta presión por eficiencia se refleja en el mercado, según Fortes en el último año el precio del ladrillo se ha incrementado en 30% (más que el promedio de otros materiales). Adicionalmente, la rivalidad se manifiesta en intensas estrategias comerciales, se lanzan campañas publicitarias masivas, contratos con constructoras y descuentos por volumen de compra y que la competencia incluye guerra de precios y marketing agresivo. En conjunto, las empresas existentes luchan

ferozmente por participación, encarnizando la rivalidad en precios y cobertura comercial.

5.4.2. Oportunidades:

- **El crecimiento de la construcción social y regional:** El sector construcción formal muestra signos de recuperación. La vivienda social impulsa la demanda, en Cusco las construcciones nuevas tienen paredes de ladrillo. A nivel nacional, informes de gremios proyectan un aumento en la venta de viviendas (subida de 23% en 2024 impulsada por la vivienda social según CAPECO). Esto abre mercado para ladrilleras orientadas a viviendas de menor costo. Además, Cusco figura entre las regiones con mayor consumo de ladrillos.
- **Tecnología e innovación:** La automatización (como la adopta Fortes) y la digitalización de procesos (seguimiento de producción, control de calidad) son oportunidades para reducir costos y mejorar la calidad. Los nuevos formatos (ladrillos más grandes o portantes) y los ladrillos ecológicos representan nichos de crecimiento. Ladrillos Kontikicorp es un ejemplo de innovación local con un producto diferenciador, que con apoyo de programas nacionales como (PROINNOVATE) para optimizar procesos y certificado de calidad, mejorando su competitividad frente a ladrilleras artesanales.
- **Formalización y certificación:** Hay impulso gremial para formalizar el sector la Asociación Ladrillera de Cerámicos del Perú (ALACEP). Empresas con certificaciones (impacto ambiental, planillas) pueden acceder a proyectos estatales o financiamiento mejorado. También, la

estabilidad sísmica de ladrillos cerámicos (disipación de energía) es una ventaja técnica que puede promoverse ante proyectos de construcción que exigen normas antisísmicas.

5.4.3. Riesgos:

- **Competencia informal y presión de precios:** El altísimo número de productores informales (65% de producción según ALACEP), mantiene precios muy bajos y márgenes ajustadas. La nueva empresa deberá enfrentar precios de ofertantes no regulados, reduciendo rentabilidad. Además, la guerra de precios mencionada puede disminuir las utilidades en caso de sobreoferta.
- **Alternativas tecnológicas:** La creciente adopción de sustitutos (concreto, prefabricados, estructuras alternativas) pueden limitar la demanda de ladrillos tradicionales. Si las construcciones aceleran el uso de bloques y paneles para ahorrar tiempo, la porción de mercado del ladrillo cerámico podría estancarse o disminuir.
- **Volatilidad de insumos y regulaciones:** El costo de la energía y el combustible es un riesgo externo, un alza súbita del petróleo o de la tarifa eléctrica regional encarece fuertemente el producto final. Por otro lado, regulaciones ambientales (pago de derechos mineros, permisos, penalidades por inactividad de canteras) y tributarias pueden elevar costos operativos si no se cumplen al detalle.
- **Dinámicas macroeconómicas:** Una desaceleración de la construcción formal (por recesión o política pública) reduciría la demanda. El sector ya experimentó declinaciones durante periodos de menor inversión pública. La dependencia de la autoconstrucción

significa también que variaciones en ingresos de familia de menores recursos (desempleo) impactan en las ventas.

5.4.4. Resumen:

El proyecto ladrillero opera en un entorno de alta rivalidad con proveedores y clientes fuertes, además de sustitutos y competidores emergentes. La demanda regional y la modernización ofrecen potencial de crecimiento sostenible mediante economías de escala, diferenciación e innovación técnica, capitalizando nichos como construcción social y productos ecológicos.

5.5. Estudio de Mercado

Permite analizar y dimensionar el potencial del mercado objetivo para verificar la viabilidad del emprendimiento (Arboleda, 2014).

5.5.1. Breve panorama nacional.

El sector construcción en Perú mantiene un crecimiento ascendente, impulsado por el aumento poblacional y la necesidad de construir y reconstruir viviendas con materiales que cumplan el Reglamento Nacional de Edificaciones, lo cual se refleja en el incremento del PBI nacional.

Tabla 39.

Crecimiento del Producto Bruto Interno (PBI) por sectores en Perú

Sector	2022	2023	2024	2025	2026	Promedio 2024-2026
Agropecuario	2.8	2.5	3.8	3.8	3.8	3.8
Pesca	-7.8	2.0	1.6	2.0	2.0	1.9
Minería e hidrocarburos	2.8	6.8	4	2.1	2.1	2.7
Construcción	1.2	2.3	3.5	3.6	3.5	3.5
Comercio	2.9	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6
Servicios	3.8	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5

Nota: El incremento del PBI del sector construcción, brinda la oportunidad para el crecimiento de la oferta; donde el negocio ladrillero conforma la piedra angular para la industria de la construcción. Fuente: (INEI, 2023).

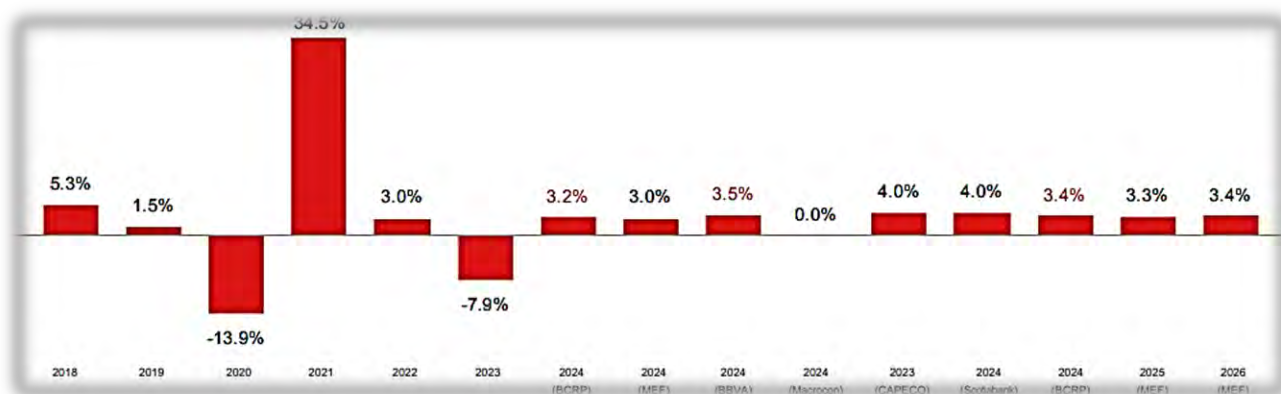
El incremento del PBI del sector construcción, será principalmente favorecido por la aceleración de la ejecución de grandes proyectos de

infraestructura del sector público y privado, la recuperación del sector inmobiliario y la autoconstrucción.

En el cual para el 2026 se prevé que el PBI del sector crecerá un 3.5%, tal como se ve en la siguiente figura.

Figura 34

Crecimiento del PBI del sector construcción en el Perú 2020-2026.



Fuente: Banco Central de Reservas del Perú (BCRP).

En este contexto, se debe destacar el papel crucial que desempeña la minería no metálica en el desarrollo económico del país, ya que los minerales que la componen pueden transformarse en productos finales para diversos usos industriales que abastezcan un amplio mercado, específicamente el sector construcción, como es la industria ladrillera.

El negocio ladrillero en el Perú, es una industria importante y en marcha ascendente. Gracias a la gran demanda de ladrillos, la oportunidad para la oferta crece.

Acorde a la perspectiva del mercado, la industria ladrillera, es capaz de mover aproximadamente, 9.5 millones de toneladas anuales, lo que significaría alrededor de S/. 1600 millones anuales, sin considerar, que hay un 80% de mercado informal (Perú Construye 2022)

5.5.2. Breve panorama local.

La región de Cusco, registro un crecimiento de 8.9% en el PBI del sector construcción para el año 2023, explicado por la mayor ejecución de obras en viviendas; centros de salud, instituciones educativas, centros comerciales y carreteras; desarrolladas tanto para el sector público y como privado. Este crecimiento es apreciado a través de la siguiente tabla.

Tabla 40

Crecimiento del PBI en la región del Cusco

SECTOR	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Agricultura y ganadería.	4.7	4.6	4.7	4.9	5.3	5.1	5.1
Extracción de petróleo y minerales.	49.2	48.1	45.4	44.8	46.1	42.0	42
Electricidad, Gas y Agua.	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Construcción.	6.5	6.5	6.9	7.3	6.3	7.8	8.9
Transporte, correo y mensajería.	4.1	4.2	4.4	4.5	3.9	4.1	4.1
Alojamiento y restaurantes.	4.1	4.2	4.4	4.5	2.2	2.8	3.1

Fuente: INEI, 2023. **Nota:** A partir del 2021, se puede apreciar el crecimiento del PBI en el sector construcción para la región Cusco, el cual ha permitido que el negocio ladrillero de la región registre incremento en sus ventas.

En este escenario, el porcentaje de ladrilleras en la región del Cusco se ha ido incrementando de manera progresiva, concentrando el mayor número de ladrilleras en el distrito de San Jerónimo, en la comunidad de Suclo Aucaylle, Pícol Orcopujio y Pillao Matao.

De acuerdo al último empadronamiento realizado por la Dirección Regional de Producción del Gobierno Regional del Cusco, para marzo del 2018, el número de unidades productivas para el sector ladrillero en la región es 296, como se muestra en siguiente tabla, distribuido de la siguiente manera:

Tabla 41

Unidades productivas del sector ladrillero de la región del Cusco.

PROVINCIA	UNIDADES PRODUCTIVAS	PORCENTAJE (%)
La Convención.	8	2.70
Urubamba.	6	2.03
Anta (Ancahuasi y Zurite).	10	3.38
Cusco (Distrito de Santiago y San Jerónimo).	272	91.89
TOTAL	296	100.0

Fuente: Gobierno Regional Cusco, 2018.

En esta tabla, no incluye las unidades productivas de ladrilleras informales (80%), las cuales no son reconocidas por el Estado y por consiguiente se encuentran excluidas de las políticas públicas sociales, económicas y ambientales, pese a constituirse en una actividad que contribuye al fortalecimiento de la industria de la construcción.

5.5.3. Producto.

El proyecto producir y comercializara ladrillos del tipo Blocker 12, clasificación VI. Cuyas dimensiones son las siguientes: 12 cm de ancho, 20 cm de alto y 30 cm de largo, con un peso de 4.9 kg. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2023)

En cumplimiento con el Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobado por el Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, en el título de edificaciones; capítulo tercero, correspondiente a componente de la albañilería (NTP E.70). En la figura se aprecia una imagen referencial del producto.

Figura 35**Ladrillo del tipo Blocker 12, clasificación VI.**

Fuente: Imagen referencial.

5.5.4. Demanda a nivel nacional y a nivel regional.

La demanda identificada para el negocio de los ladrillos, tanto a nivel nacional y regional, exhibe una tendencia creciente del producto, debido a disponer de un mercado muy dinámico, impulsado principalmente por:

- La aceleración de la construcción y la reconstrucción de viviendas, bienes inmuebles, proyectos de infraestructura públicos y privados en el país.
- La expansión de proyectos de cadenas de tiendas del tipo retail (mayor presencia de ventas minoristas en tiendas de cadenas reconocidas).
- El desarrollo del Plan Nacional de Infraestructura Sostenible para la Competitividad 2022 – 2025, (El estado promueve el desarrollo inclusivo y sostenible de la sociedad a través de la provisión de infraestructura).

a) Pronóstico de la Demanda.

El pronóstico de la demanda, consiste en una herramienta estadística que sirve para estimar la futura tendencia que seguirá la demanda del producto.

Para realizar este proceso de análisis predictivo, primero se recopilan datos históricos sobre la demanda de los ladrillos por año a nivel nacional y a nivel regional. Estos datos se aprecian a través de la siguiente tabla:

Tabla 42

Demanda de ladrillos por año a nivel nacional y regional.

DATO	AÑO	DEMANDA NACIONAL (M. Und.)	DEMANDA REGIONAL (M. Und.)
1	2006	255.50	5.42
2	2007	300.00	6.36
3	2008	305.50	6.48
4	2009	350.00	7.42
5	2010	370.5	7.85
6	2011	430	9.12
7	2012	445.8	9.45
8	2013	400.5	8.49
9	2014	440	9.33
10	2015	455.5	9.66
11	2016	475	10.07
12	2017	455.3	9.65
13	2018	489.7	10.38
14	2019	500.8	10.62
15	2020	456.2	9.67
16	2021	538.9	11.42
17	2022	600.2	12.72
18	2023	650.5	13.79

Fuente: Gobierno Regional del Cusco, 2018. **Nota:** Para realizar el pronóstico de la demanda, se emplea como técnica de proyección, la extrapolación de los datos pasados, el cual utiliza la técnica de los mínimos cuadrados.

Una vez recopilados los datos históricos sobre la demanda de los ladrillos por año, se procede a emplear la técnica de los mínimos

cuadrados para la extrapolación de los datos pasados, cumpliendo con la siguiente secuencia:

Ajuste de ecuación lineal 1.1:

$$Y = a + bT \quad (1.1)$$

Donde:

Y = Variable que se desea pronosticar.

T = Variable que se debe estimar.

a y b = Constantes a determinarse.

Ecuación potencial 1.2:

$$Y = aT^b \quad (1.2)$$

Al tomar logaritmos a ambos lados de la ecuación se obtiene la 1.3:

$$\log Y = \log a + b \log T \quad (1.3)$$

Esta expresión corresponde a una función lineal en un plano con ejes en escala logarítmica. La ecuación para el cálculo de los mínimos cuadrados es la 1.4 y 1.5:

$$\Sigma \log Y = N \log a + b \Sigma \log T \quad (1.4)$$

$$\Sigma (\log T)(\log Y) = \log a \Sigma \log T + b \Sigma (\log T)^2 \quad (1.5)$$

Donde:

N = Numero de observaciones.

En la tabla 43, se puede apreciarse el cálculo de mínimos cuadrados con un enfoque a nivel regional.

Tabla 43

Calculo demanda regional por mínimos cuadrados.

T	Y	logT	logY	T ²	Y ²	log(T ²)	log(Y ²)	(log T)(log Y)	
1	5.42	0.00	0.73	1.00	29.38	0.00	1.47	0.00	
2	6.36	0.30	0.80	4.00	40.45	0.60	1.61	0.24	
3	6.48	0.48	0.81	9.00	41.99	0.95	1.62	0.39	
4	7.42	0.60	0.87	16.00	55.06	1.20	1.74	0.52	
5	7.85	0.70	0.89	25.00	61.62	1.40	1.79	0.63	
6	9.12	0.78	0.96	36.00	83.17	1.56	1.92	0.75	
7	9.45	0.85	0.98	49.00	89.30	1.69	1.95	0.82	
8	8.49	0.90	0.93	64.00	72.08	1.81	1.86	0.84	
9	9.33	0.95	0.97	81.00	87.05	1.91	1.94	0.93	
10	9.66	1.00	0.98	100.00	93.32	2.00	1.97	0.98	
11	10.07	1.04	1.00	121.00	101.40	2.08	2.01	1.04	
12	9.65	1.08	0.98	144.00	93.12	2.16	1.97	1.06	
13	10.38	1.11	1.02	169.00	107.74	2.23	2.03	1.13	
14	10.62	1.15	1.03	196.00	112.78	2.29	2.05	1.18	
15	9.67	1.18	0.99	225.00	93.51	2.35	1.97	1.16	
16	11.42	1.20	1.06	256.00	130.42	2.41	2.12	1.27	
17	12.72	1.23	1.10	289.00	161.80	2.46	2.21	1.36	
18	13.79	1.26	1.14	324.00	190.16	2.51	2.28	1.43	
Σ	171	167.90	15.81	17.25	2109.00	1644.36	31.61	34.50	15.74

Fuente: Elaboración propia.

Remplazando los datos de la tabla 2.4, en la ecuación 1.6 y 1.7 se

obtiene:

$$\Sigma \log Y = N \log a + b \Sigma \log T \quad (1.6)$$

$$17.25 = (18) \log a + b(15.81)$$

$$\Sigma (\log T)(\log Y) = \log a \Sigma (\log T)^2 \quad (1.7)$$

$$15.74 = \log a (15.81) + (b)(31.61)$$

Conformando un sistema de ecuaciones 1.8 y 1.9:

$$17.25 = (18) \log a + b(15.81) \quad (1.8)$$

$$15.74 = \log a (15.81) + b(31.61) \quad (1.9)$$

Del cual se obtienen los siguientes valores:

$$a = 8.50 \text{ y } b = 0.03$$

Por lo tanto, la ecuación de la recta es la 1.10:

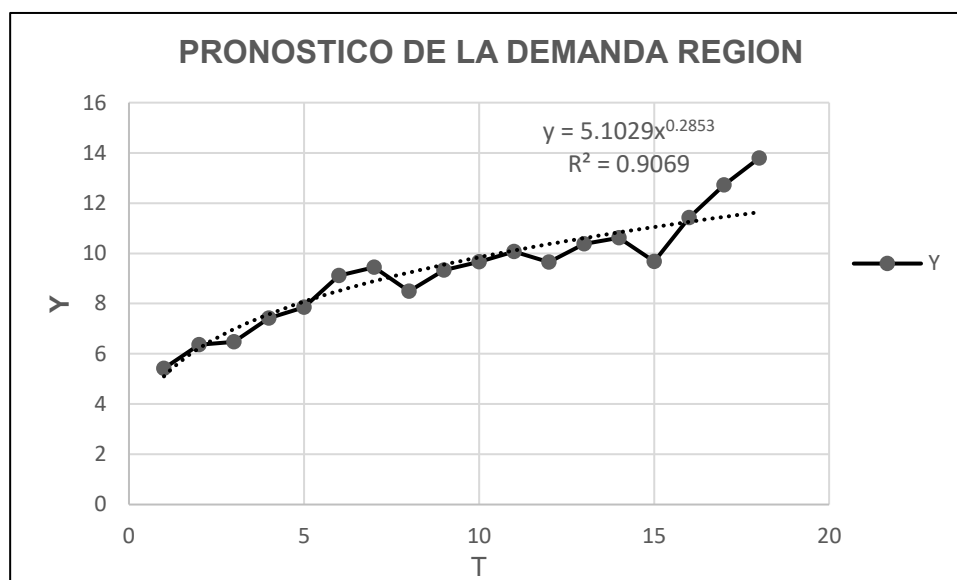
$$Y = 5.101T^{0.29} \quad (1.10)$$

Esta ecuación permite pronosticar la futura demanda; del producto:

$$Y = 5.101(30)^{0.29} = 13.67$$

Figura 36.

Diagrama del pronóstico de la demanda a nivel regional.



Fuente: Elaboración propia.

b) Oferta a Nivel Nacional y a Nivel Regional

Con relación a las perspectivas de la oferta para el negocio de los ladrillos, del 100% de la producción de los ladrillos, el 50% se centra en la capital Lima, mientras que el otro 50% está repartido en el resto de las regiones, donde destacan en este orden Trujillo, Chiclayo, Arequipa, Cusco y Tacna. (INEI, 2023)

De acuerdo a la figura que precede, se aprecia la evolución histórica de la producción nacional de ladrillos por años.

Figura 37.

Producción nacional de ladrillos

Fuente: INEI, 2023.

c) Pronóstico de la Oferta

La proyección de la oferta, consiste en una herramienta estadística que sirve para estimar en el futuro la tendencia que seguirá la oferta del producto. Para realizar el análisis predictivo, se debe recopilar datos históricos sobre la oferta de los ladrillos por año a nivel nacional y nivel regional. Los datos se aprecian en la tabla siguiente.

Tabla 44.

Oferta de ladrillos por año a nivel nacional y regional

DATO	AÑO	OFERTA NACIONAL (M. Und.)	OFERTA REGIONAL (M. Und.)
1	2006	150.50	3.19
2	2007	170.20	3.61
3	2008	198.60	4.21
4	2009	200.50	4.25
5	2010	225.8	4.79
6	2011	217.9	4.62
7	2012	233.6	4.95
8	2013	255.5	5.42
9	2014	277.9	5.89
10	2015	300.5	6.37
11	2016	325.9	6.91
12	2017	311	6.59
13	2018	277.2	5.88
14	2019	301.7	6.4
15	2020	221.1	4.69
16	2021	328.4	6.96
17	2022	267.5	5.67
18	2023	260.6	5.52

Fuente: Gobierno Regional del Cusco, 2018.

Una vez obtenido los datos históricos sobre la oferta de los ladrillos por año, empleando la técnica de los mínimos cuadrados, se extrapola los datos pasados, siguiendo la siguiente secuencia.

Ajuste de ecuación lineal:

$$Y = a + bT \quad (1.1)$$

Donde:

Y = Variable que se desea pronosticar.

T = Variable que se debe estimar.

a y b = Constantes a determinarse.

Ecuación potencial:

$$Y = aT^b \quad (1.2)$$

Al tomar logaritmos a ambos de la ecuación se obtiene la ecuación:

$$\log Y = \log a + b \log T \quad (1.3)$$

La siguiente expresión corresponde a una función lineal en un plano con ejes en escala logarítmica. Y las ecuaciones para el cálculo de los mínimos cuadrados son las siguientes:

$$\Sigma \log Y = N \log a + b \Sigma \log T \quad (1.4)$$

$$\Sigma (\log T)(\log Y) = \log a \Sigma \log T + b \Sigma (\log T)^2 \quad (1.5)$$

Donde:

N = Numero de observaciones

A través de la siguiente tabla 45, puede apreciarse el cálculo de mínimos cuadrados con un enfoque a nivel regional.

Tabla 45.

Cálculo de los mínimos cuadrados de la oferta

T	Y	logT	logY	T ²	Y ²	log(T ²)	log(Y ²)	(log T)(log Y)
1	3.19	0.00	0.50	1.00	10.18	0.00	1.01	0.00
2	3.61	0.30	0.56	4.00	13.03	0.60	1.12	0.17
3	4.21	0.48	0.62	9.00	17.72	0.95	1.25	0.30
4	4.25	0.60	0.63	16.00	18.06	1.20	1.26	0.38
5	4.79	0.70	0.68	25.00	22.94	1.40	1.36	0.48
6	4.62	0.78	0.66	36.00	21.34	1.56	1.33	0.52
7	4.95	0.85	0.69	49.00	24.50	1.69	1.39	0.59
8	5.42	0.90	0.73	64.00	29.38	1.81	1.47	0.66
9	5.89	0.95	0.77	81.00	34.69	1.91	1.54	0.73
10	6.37	1.00	0.80	100.00	40.58	2.00	1.61	0.80
11	6.91	1.04	0.84	121.00	47.75	2.08	1.68	0.87
12	6.59	1.08	0.82	144.00	43.43	2.16	1.64	0.88
13	5.88	1.11	0.77	169.00	34.57	2.23	1.54	0.86
14	6.4	1.15	0.81	196.00	40.96	2.29	1.61	0.92
15	4.69	1.18	0.67	225.00	22.00	2.35	1.34	0.79
16	6.96	1.20	0.84	256.00	48.44	2.41	1.69	1.01
17	5.67	1.23	0.75	289.00	32.15	2.46	1.51	0.93
18	5.52	1.26	0.74	324.00	30.47	2.51	1.48	0.93
171	95.92	15.81	12.91	2109.00	532.20	31.61	25.81	11.83

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando los datos de la tabla, en las ecuaciones 1.6 y 1.7 se obtiene:

$$\Sigma \log Y = N \log a + b \Sigma \log T \quad (1.6)$$

$$12.90 = (18) \log a + b(15.81)$$

$$\Sigma(\log T)(\log Y) = \log a \Sigma \log T + b \Sigma (\log T)^2 \quad (1.7)$$

$$11.83 = \log a (15.81) + b(31.61)$$

Conformando un sistema de ecuaciones:

$$12.90 = (18) \log a + b(15.81) \quad (1.8)$$

$$11.83 = \log a (15.81) + b(31.61) \quad (1.9)$$

Del cual se obtienen los siguientes valores:

$$\mathbf{a} = 3.207 \text{ y } \mathbf{b} = 0.24$$

Por tanto, la ecuación de la recta es la siguiente:

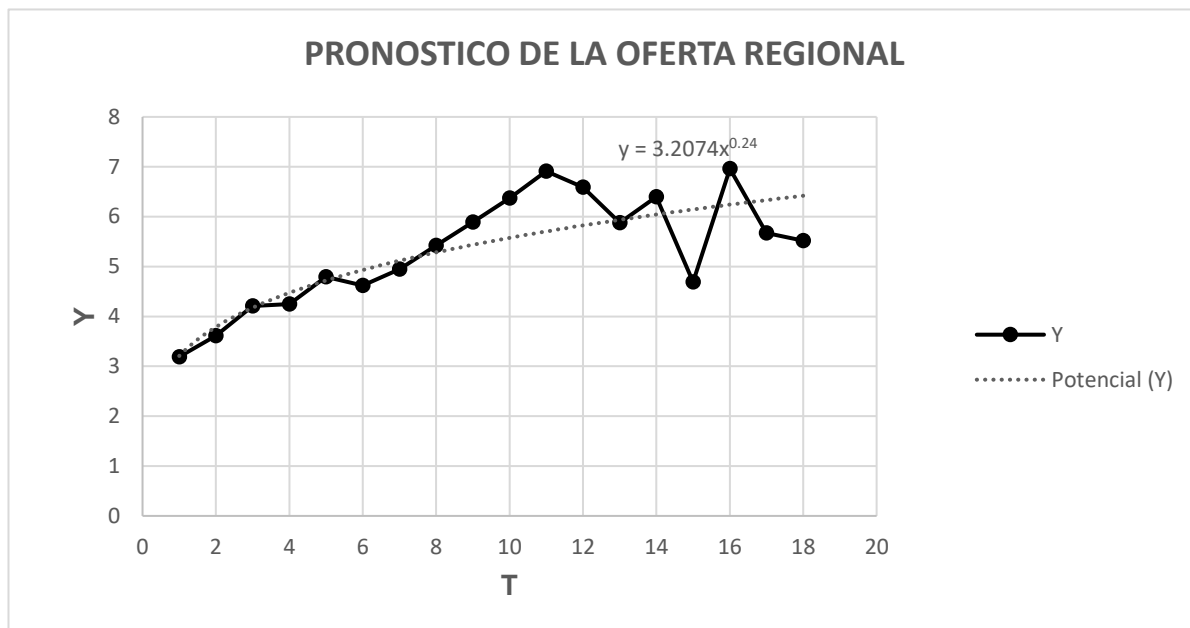
$$\mathbf{Y} = \mathbf{3.207T}^{0.24} \quad (1.10)$$

Con esta ecuación podemos pronosticar la futura oferta del producto, reemplazando datos:

$$\mathbf{Y} = 3.207(30)^{0.24} = 7.25$$

El diagrama del pronóstico de la oferta, se aprecia a través de la siguiente figura:

Figura 38.

Diagrama del pronóstico de la oferta regional

Fuente: Elaboración propia.

d) Demanda insatisfecha del proyecto

La demanda insatisfecha para un proyecto, es la demanda que no ha sido completada en el mercado y que podría ser atendida por el proyecto; diciendo de otra forma la demanda insatisfecha del proyecto existe cuando el mercado demanda más de lo que se produce. (Sapag Chain, 2013)

Para el proyecto se necesita saber si existe demanda insatisfecha que fue cubierta en el mercado ladrillero de la región Cusco.

Para lo cual se elabora una tabla que contenga los datos históricos de la demanda y oferta de ladrillos por año a nivel regional. (Gobierno Regional del Cusco, 2018)

Luego sobre esta tabla se calcula el balance de la demanda menos la oferta para calcular si existe demanda insatisfecha en el mercado de ladrillos para la región Cusco. Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 46

Demanda insatisfecha del proyecto

Dato	Año	Demanda regional (M.U.)	Oferta regional (M.U.)	Demanda insatisfecha (M.U.)
1	2006	5.42	3.19	2.23
2	2007	6.36	3.61	2.75
3	2008	6.48	4.21	2.27
4	2009	7.42	4.25	3.17
5	2010	7.85	4.79	3.06
6	2011	9.12	4.62	4.5
7	2012	9.45	4.95	4.5
8	2013	8.49	5.42	3.07
9	2014	9.33	5.89	3.44
10	2015	9.66	6.37	3.29
11	2016	10.07	6.91	3.16
12	2017	9.65	6.59	3.06
13	2018	10.38	5.88	4.5
14	2019	10.62	6.4	4.22
15	2020	9.67	4.69	4.98
16	2021	11.42	6.96	4.46
17	2022	12.72	5.67	7.05
18	2023	13.79	5.52	8.27

Fuente: Gobierno Regional 2018. **Nota:** M.U. Abreviación de millones de unidades.

e) Balance entre la oferta y la demanda

El balance entre la oferta y la demanda de los ladrillos, nos da una proyección sobre los riesgos y oportunidades del mercado. Como se muestra en la siguiente figura.

Figura 39

Balace entre la demanda y la oferta de ladrilleras

DEMANDA	OFERTA
<ul style="list-style-type: none"> • Aceleración de la construcción y la reconstrucción de viviendas, bienes inmuebles, proyectos de infraestructura públicos y privados en la región. • Expansión de proyectos de cadenas de tiendas minoristas. • Desarrollo del Plan Nacional de Infraestructura Sostenible para la Competitividad 2022 – 2025. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de materiales sustitutos (drywall y bloquetas). • Incremento de ladrilleras informales que producen a precios bajos (ladrillos de menor calidad). • Lento proceso de ejecución en la construcción y reconstrucción de obras de infraestructura por administración directa. • Paralización de obras públicas y privadas por temas políticos.

Fuente: Elaboración en base al INEI, 2023.

f) Precio

El precio de ladrillos en el Perú, se obtiene por las fuerzas de la oferta y la demanda. Por lo tanto, el precio de los ladrillos fluctúa según se perciba mayor o menor oferta y mayor o menor demanda.

El precio de los ladrillos, puede variar por las siguientes causas:

- Posicionamiento del drywall y de las bloquetas, como sustitutos del ladrillo.
- El precio de las ladrilleras informales.
- La disminución de la demanda por paralización de obras públicas.
- La coyuntura política.

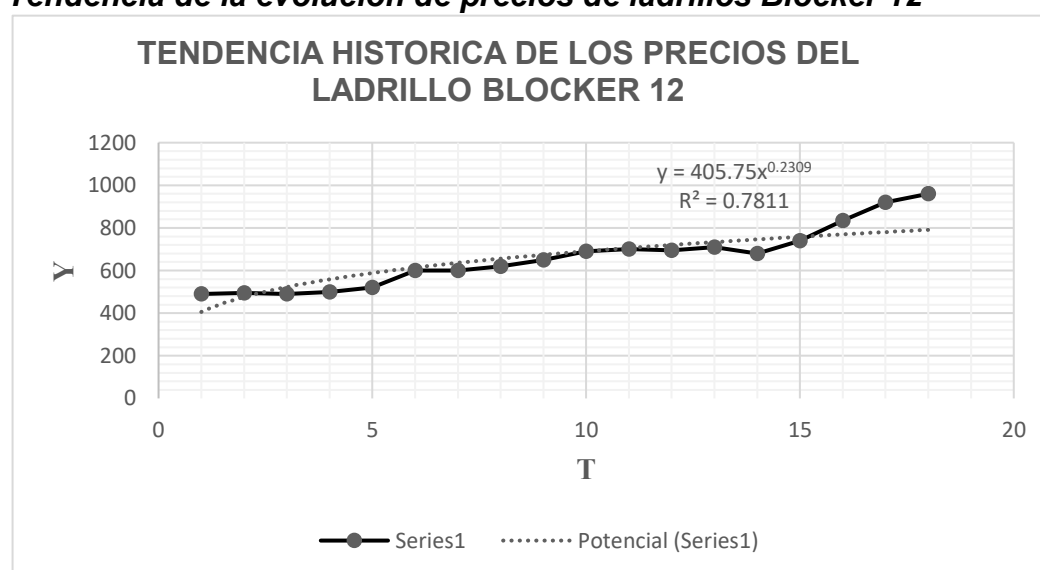
Tabla 47

Evolución histórica del precio del ladrillo en el Perú.

AÑO	PRECIO (Soles/Millar)		METODO DE MINIMOS CUADRADOS						
	T	Y	logT	logY	T^2	Y^2	log(T^2)	log(Y^2)	(log T)(log Y)
2006	1	490	0.00	2.69	1.00	240100.00	0.00	5.38	0.00
2007	2	495	0.30	2.69	4.00	245025.00	0.60	5.39	0.81
2008	3	490	0.48	2.69	9.00	240100.00	0.95	5.38	1.28
2009	4	500	0.60	2.70	16.00	250000.00	1.20	5.40	1.62
2010	5	520	0.70	2.72	25.00	270400.00	1.40	5.43	1.90
2011	6	600	0.78	2.78	36.00	360000.00	1.56	5.56	2.16
2012	7	600	0.85	2.78	49.00	360000.00	1.69	5.56	2.35
2013	8	620	0.90	2.79	64.00	384400.00	1.81	5.58	2.52
2014	9	650	0.95	2.81	81.00	422500.00	1.91	5.63	2.68
2015	10	690	1.00	2.84	100.00	476100.00	2.00	5.68	2.84
2016	11	700	1.04	2.85	121.00	490000.00	2.08	5.69	2.96
2017	12	695	1.08	2.84	144.00	483025.00	2.16	5.68	3.07
2018	13	710	1.11	2.85	169.00	504100.00	2.23	5.70	3.18
2019	14	680	1.15	2.83	196.00	462400.00	2.29	5.67	3.25
2020	15	740	1.18	2.87	225.00	547600.00	2.35	5.74	3.37
2021	16	835	1.20	2.92	256.00	697225.00	2.41	5.84	3.52
2022	17	920	1.23	2.96	289.00	846400.00	2.46	5.93	3.65
2023	18	960	1.26	2.98	324.00	921600.00	2.51	5.96	3.74
Σ		11895	15.81	50.60	2109.00	8200975.00	31.61	101.20	44.91

Fuente: INEI, 2023. **Nota:** Se observa evolución de precio histórico de ladrillos y cálculo de la tendencia por el método de mínimos cuadrados.

Figura 40.

Tendencia de la evolución de precios de ladrillos Blocker 12

Nota: Actualmente el millar de ladrillos Blocker 12, tiene un costo de S/. 960.00 soles.

g) Comercialización

El mercado objetivo del producto ladrillo Blocker 12, será conformado principalmente la región de Cusco, por intermedio de los proyectos públicos y privados, el crecimiento de la construcción de viviendas, condominios y autoconstrucción.

El canal de ventas de este proyecto, se realizará por orden de prioridad y accesibilidad:

- **Canal primario:** Inicialmente hasta colocarse y se conozca el producto, se venderá a través de distribuidores mayoristas y directamente.
- **Canal secundario:** Sera por medio de distribuidores medianos, como ferreterías y locales de venta de materiales de construcción.
- **Canal terciario:** Este canal será por medio de tiendas ubicadas estratégicamente en los distritos del Cusco. También se proyecta colocar tiendas distribuidoras en las provincias de Anta, Urubamba, La convención y Espinar.

5.6. Diseño de Planta.

5.6.1. Extracción y almacenamiento de la materia prima.

La procedencia de la materia prima (arcilla) para la elaboración de ladrillos, es de la concesión no metálica San Roque, propiedad de la Comunidad de Mosocllacta, la planta de producción está ubicada dentro de la concesión San Roque, donde son almacenados los diferentes tipos de materia prima como arcilla y suelos finos, que serán procesados para obtener como producto el ladrillo.

5.6.2. Factores que determinan el tamaño del proyecto.

Los factores que determinan el tamaño del proyecto son los siguientes:

a) Factor tamaño – capacidad instalada del proyecto

- **Capacidad de diseño:** Actividad en condiciones normales de funcionamiento.
- **Capacidad del sistema:** Actividad máxima lograda con todos los recursos integrados.
- **Capacidad real:** Actividad efectiva conforme a la capacidad y demanda.

b) Factor tamaño – mercado

- El mercado al que va orientado el proyecto es condicionante, para definir el tamaño adecuado, determina la producción de ladrillos por año.

c) Factor tamaño – tiempo – insumos

- Con estos factores se establece la disponibilidad de la materia prima e insumos para el proceso productivo del proyecto.

5.6.3. La determinación del tamaño del proyecto.

El tamaño del proyecto, establece la capacidad productiva del proyecto.

Existen dos tipos de tamaño o capacidad productiva del proyecto: La capacidad productiva máxima (100%) y la capacidad productiva nominal (80%).

Para el cálculo de ambas capacidades productivas, se utiliza el método numérico de la demanda creciente, como se aprecia en la ecuación 2.1:

$$T_m = D_1(1 + r)^K \quad (2.1)$$

Donde:

T_m: Tamaño máximo del proyecto.

D₁: Magnitud de la demanda que satisface al proyecto.

r: Tasa de crecimiento de la demanda que satisface al proyecto.

K: Periodo óptimo de vida útil del proyecto.

Tabla 48.

Datos para determinar el tamaño del proyecto

DATOS	CANTIDAD	OBSERVACION
D₁: Magnitud de la demanda que satisface al proyecto.	4 millones de unidades	Demanda de unidades anuales para la región Cusco. (<i>Gobierno Regional del Cusco, 2018</i>)
r: Tasa de crecimiento de la demanda que satisface al proyecto.	3.144%	Porcentaje de crecimiento anual (<i>CAPECO, 2023</i>)
k: Periodo óptimo de vida útil del proyecto.	15 años	Vida útil óptima para el proyecto.

Fuente: (Fernández 2024). **Nota:** Adaptado de la Tesis Planta Ladrillera para la región Cusco.

Remplazando cantidades de la tabla 31, en la ecuación 2.1 se obtiene:

$$T_m = D_1(1 + r)^k$$

$$T_m = 4,000,000(1 + 0.03144)^{15}$$

$$T_m = 6,000,000$$

- La capacidad productiva máxima (100%), para el proyecto en la región del Cusco, es de 6,000,000 unidades de ladrillos anuales.

Para calcular la capacidad productiva nominal (80%), se multiplica el resultado obtenido en la capacidad productiva máxima del proyecto por el porcentaje de producción a condiciones normales.

$$T_n = T_m \times P_n \%$$

$$T_n = 6,000,000 \times 80\%$$

$$T_n = 6,000,000 \times 0.8$$

$$T_n = 4,800,000$$

- La capacidad productiva nominal (80%), para el proyecto en la región del Cusco, es de 4,800,000 unidades de ladrillos anuales.

Estas estimaciones permiten conocer y dar una idea, del tamaño máximo y nominal del proyecto.

5.6.4. Localización del proyecto

La localización del proyecto, mediante el cual se identifica la ubicación del lugar óptimo donde es factible ubicar el proyecto.

Con el objeto de definir un lugar que brinde los óptimos beneficios, los mejores costos, que produzcan una mayor ganancia o un mínimo de costo para el proyecto (*Sapag Chain, 2013*)

Para tal efecto, el estudio se desarrolla en dos etapas:

- Primer etapa de macro localización
- Segunda etapa de micro localización

5.6.4.1. Macro localización

En la etapa de macro localización, se establece la zona geográfica donde se ubicara el proyecto. Esta zona se define mediante el análisis de diferentes factores, que citamos a continuación.

- **Materia prima**

El proyecto contempla la instalación de la fábrica de ladrillo, próxima a la materia prima, en vista que el peso de la materia prima es

mayor que el peso del producto. Disminuyendo así el costo de transporte o flete.

Para lo cual, se analizan las regiones con mayor recurso no metálico de arcilla en el país, identificándose la zona sur del país con potencial disponible de depósitos de arcilla con características favorables para la fabricación de ladrillos, particularmente las regiones de Cusco, Apurímac y Puno.

- **Recurso hídrico**

La zona sur del país, en las regiones de Cusco, Apurímac y Puno, cuenta con disponibilidad del recurso hídrico, favoreciendo la determinación de localización del proyecto. (*MIDAGRI, 2021*)

- **Terrenos**

La zona sur del país, tiene disponibilidad de terrenos con buenas características en topografía y extensión para el emplazamiento del proyecto.) (*MIDAGRI, 2021*).

- **Recurso energético**

El proyecto requiere para su operatividad energía eléctrica, la cual se cuenta en la zona sur del país, lo cual favorece el emplazamiento del proyecto.

La energía eléctrica en la zona sur del país, es producto de la central hidroeléctrica de Machupicchu, administrado por Electro Perú. El precio para el sector industrial en la región asciende a 80 USD/MWh. (*MINEM, 2023*).

- **Combustible**

La zona sur del país cuenta con la disponibilidad de combustibles como el gas natural, el cual se prioriza como más apto para la operación de tecnologías limpias, que favorecen a la protección del medio ambiente. Además de ser más accesible económicamente sería una alternativa importante.

El precio del gas natural para el sector industrial en el país, asciende a 2.50 USD/MMBTU. (MINEM, 2023)

5.6.4.2. Método de ponderación de factores de Brown y Gibson.

Con el método de ponderación de factores de Brown y Gibson, se combina un conjunto de factores para encontrar la mejor localización del proyecto, para lo cual se asigna valores ponderados a los factores tomando en cuenta su disponibilidad y calidad. (Carro & Gonzales, 2018) Los factores ponderados para localizar el proyecto se aprecia en la tabla 49 y 50.

Tabla 49

Factores que determinan la localización del proyecto

N°	FACTORES	CARACTERISTICAS
1	Materia prima	Disponibilidad Calidad
2	Recursos energéticos	Disponibilidad Calidad
3	Recursos hídricos	Disponibilidad Calidad
4	Combustible	Disponibilidad Calidad
5	Terrenos	Disponibilidad Calidad
6	Mano de obra	Disponibilidad Calidad
7	Rutas de transporte	Disponibilidad Calidad

Fuente: Carro & Gonzales, 2018.

Tabla 50.

Valoración de los factores que determinan la localización de un proyecto.

VALORIZACION		
Disponibilidad	Calidad	Calificación
Mala	Mala	0
Regular	Regular	1
Buena	Buena	2
Muy buena	Muy buena	3

Fuente: Carro & Gonzales, 2018.

Utilizando la tabla 49 y 50, que corresponde al método de Brown y Gibson, para determinar la macro localización, se elabora la tabla siguiente.

Tabla 51.

Método de ponderación de Brown y Gibson para la macro localización del proyecto.

Región	Materia prima		Recurso energético		Recurso hídrico		Combustible (Gas natural)		Terrenos		Mano de obra		Rutas de transporte		Total
	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	
Puno	3	2	1	1	1	1	0	0	1	1	3	2	3	2	21
Apurímac	3	2	2	2	2	2	0	0	2	2	3	2	3	2	27
Cusco	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	37

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 51, para el proyecto de acuerdo al método de Brown y Gibson para la macro localización, de acuerdo a la ponderación define a la región Cusco, como la localización más óptima, con un total de 37 puntos.

5.6.4.3. Micro localización.

Para encontrar la micro localización del proyecto, se parte de la macro localización del proyecto. Con lo cual se identifica la zona final dentro de la macro localización del proyecto. (Carro & Gonzales, 2018)

La etapa de micro localización, es para establecer el lugar definitivo de ubicación del proyecto, para lo cual se utiliza el método de ponderación de factores de Brown y Gibson, anteriormente utilizado.

Tabla 52.

Método de ponderación de Brown y Gibson, para la micro localización del proyecto

Región	Materia prima		Recurso energético		Recurso hídrico		Combustible (Gas natural)		Terrenos		Mano de obra		Rutas de transporte		Total
	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	
Huambutio	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	35
Zurite	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	30
Izcuchaca	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	41

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 52 podemos afirmar que la micro localización del proyecto, utilizando el método de Brown y Gibson, se obtiene que el centro poblado de Izcuchaca es el lugar de ubicación más óptimo para el proyecto. Esto se debe a que el centro poblado de Izcuchaca obtuvo el mayor puntaje en la ponderación de factores indispensables para el proyecto. Con una puntuación 41, superior a los otros dos lugares que obtuvieron 30 y 35 puntos. Además el centro poblado de Izcuchaca, es la zona que cuenta con mejor disponibilidad de materia prima, recursos energéticos, recursos hídricos, combustible, terrenos, mano de obra y rutas de transporte.

5.6.5. Proceso productivo.

El proceso productivo del proyecto, es el conjunto de operaciones y procesos que el proyecto debe ejecutar para obtener el producto. Este tiene la siguiente secuencia:

5.6.5.1. Extracción y almacenamiento de la materia prima

La materia prima (canteras) utilizadas para el proyecto, están ubicadas cerca de la planta de producción, desde donde con ayuda de

maquinaria (retroexcavadora y volquete) es extraída y transportada hacia la planta de procesamiento, donde es almacenada para su proceso.

a) Molienda de la materia prima

Este proceso, consiste en preparar la mezcla de arena, limo, arcilla y agua. Para lo cual se utiliza el lampón de la retroexcavadora con la que se mide la proporción empleada que estará compuesto por arena 40%, limo 40% y arcilla 20%.

El producto de esta mezcla se vierte a una tolva para pasar al molino de martillos.

Figura 41.

Tolva de carga (Tolva de alimentación)



Fuente: Imagen referencial.

Características de la tolva de alimentación:

- Para el material utilizado se utilizará una tolva de forma piramidal.
- Esta se llena por la parte superior y se vacía por la parte inferior.
- Está hecha de un material resistente.

- Las paredes internas que recubren la tolva en su interior es de buena calidad y de un material anti adherente y anti abrasivo.
- Fáciles de limpiar cuando están vacías.
- Pueden ser de diferentes capacidades y dimensiones. Capacidad 5 Tn.

El material cargado por la tolva pasa al cajón alimentador, este equipo dosifica la mezcla de forma uniforme al molino de martillos. Ver figura 42.

Figura 42

Cajón alimentador.



Fuente: Imagen referencial.

Características del cajón alimentador:

- La cinta de goma hace que el material no se caiga o desprenda.
- La estructura reforzada resiste materiales aún más densos.
- Su carcasa de desmontaje, facilita el cambio rápido de la cinta.
- El flujo de materiales en la cinta, asegura una alimentación estable.
- Accionamiento versátil cuenta con dos motores. Uno para el transportador y el otro para el desenganchador.

En la siguiente tabla 53 se resume las especificaciones técnicas del cajón alimentador.

Tabla 53.

Especificaciones técnicas del cajón alimentador

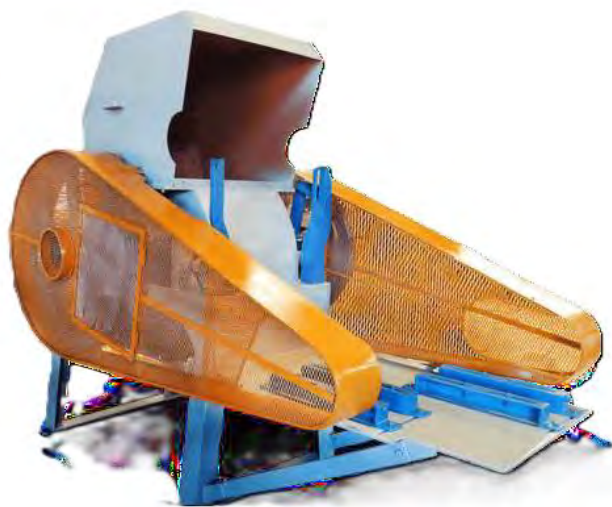
Modelo	BOR-4000
Producción	: Hasta 30 Ton/hora.
Potencia	: 03hp - 1150 rpm+10 hp - 1750 rpm.
Dimensiones (ANxALxL)	: 2040 x 1550 x 5150 mm.
Peso aproximado	: 2200 kg.
Dimensiones de la bacha (ANxALxL)	: 860 x 580 x 3500 mm.
Capacidad	: Sem Silo: 1.71 m ³ /Com silo 8.89 m ³ .

Fuente: Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco, (Fernández, 2024)

El material obtenido por el molino de martillos está conformado por los pellets de arcilla, limo y arena de tamaño inferior a 1 cm de diámetro.

El equipo molino de martillos se aprecia en la figura 43.

Figura 43.

Molino de martillos.

Fuente: Imagen referencial

Características del molino de martillos:

- Cabeceras fundidas para absorber golpes y minimizar las vibraciones.
- Cilindros lisos de acero al manganeso fundido.
- Cuenta con bases motoras unidas a la estructura.
- Los cilindros son fáciles de desmontar y las cuchillas son fáciles de cambiar.

- El sistema de resortes evita desgaste del cilindro, ejes y rodamientos.
- Canaleta colectora para eliminar partículas duras en la arcilla.

Las especificaciones técnicas del molino de martillos del proceso productivo se muestran en la siguiente tabla 54.

Tabla 54

Especificaciones técnicas del molino de martillos.

Modelo	MN-600C PREMIUM
Producción	: Hasta 30 Ton/hora.
Potencia	: 10 hp - 1150 rpm+20 hp - 1750 rpm.
Dimensiones (ANxALxL)	: 1370 x 2590 x 2445 mm.
Peso aproximado	: 2800 kg.
Dimensiones del cilindro (ϕ x AN)	: ϕ 600 x 550 mm.
Dimensiones del cilindro lam recargable (ϕ x AN)	: ϕ 420 x 550 mm.

Fuente: Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco, Fernández, 2024.

Secuencialmente para el afino de los pellets, estos pasan hacia un molino de rodillos, el cual se encarga de la molienda a tamaño de partículas menores a 3 mm, que finalmente es dispuesto en una pila de almacenamiento.

Figura 44.

Molino de rodillos.



Fuente: Imagen referencial.

Características del molino de rodillos:

- Cabeceros de hierro nodular.
- Caballete con patas y mesa de banco para soportar rectificado y motores.
- Cilindros con distintas velocidades que frotan las partículas finas, mejorando la laminación.
- Rodamientos de rodillos esféricos, sellados en su alojamiento con sistema de laberinto mecánico.
- Fusibles de seguridad y sistema de ajuste del cilindro completamente externo a las protecciones para regular periódicamente.
- Estructura metálica de soporte del laminador adecuado para recoger la molienda.
- Cuchillas rascadoras activadas mediante sistema neumático.

En la tabla 55, se describe las especificaciones técnicas del molino de rodillos.

Tabla 55.

Especificaciones técnicas del molino de rodillos.

Modelo	MN-800
Producción	: Hasta 32 Ton/hora.
Potencia	: 50 hp - 1150 rpm+30 hp - 1150 rpm.
Dimensiones (ANxALxL)	: 2970 x 2370 x 3550 mm.
Peso aproximado	: 6180 kg.
Dimensiones del cilindro (ϕ x AN)	: ϕ 800 x 600 mm.

Fuente: Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco, Fernández, 2024.

5.6.5.2. Amasado de la materia prima

Una vez que los pellets son acopiados y almacenados, estos pasan a ser amasados por una maquina mezcladora, como se aprecia en la figura 45.

Figura 45***Maquina mezcladora.***

Fuente: Imagen referencial.

Características de la mezcladora:

- Reductor de engranaje cilíndrico helicoidal con tratamiento térmico.
- Caja de cambios silenciosa y alineada perfectamente.
- La geometría y tornillos del ensamblado funcionan de forma segura, evitando que cuerpos extraños ingresen al compartimiento junto con la mezcla.
- Pantallas fáciles de cambiar y limpiar.
- Carcasa de plancha metálica soldada de alta resistencia.
- Rotor central con eje dimensionado y bordes de martillo recubiertos con soldadura.
- Recubrimiento en partes expuestas al roce con arcilla.
- Embrague neumático con funcionamiento suave.

En la tabla 56, se describe las especificaciones técnicas de la maquina mezcladora.

Tabla 56

Especificaciones técnicas de maquina mezcladora

Modelo	NTB-750
Producción	: Hasta 50 Ton/hora.
Potencia	: 60 hp - 75 hp
Dimensiones (ANxALxL)	: 2220 x 2770 x 2680 mm.
Peso aproximado	: 3900 kg.
Dimensiones del cilindro (ϕ x AN)	: ϕ 750 mm.

Fuente: Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco, (Fernández, 2024).

5.6.5.3. Proceso de formado

Este proceso de formado empieza con suministrar con mezcla la extrusora, la que podemos ver en la siguiente figura 46.

Figura 46

Maquina extrusora



Fuente: Imagen referencial.

Características de la extrusora:

- El reductor contiene engranajes de dientes helicoidales con tratamiento térmico, para garantizar su durabilidad y ahorro de energía.

- La cámara de vacío es amplia y reforzada para contener dos cojinetes, radial y axial, para soportar el esfuerzo al momento de la extrusión dura sin rotura.
- Los martillos prensadores se cruzan entre si y poseen bordes recambiables.
- El cuerpo de desbaste está completamente revestido y herméticamente sellado, para evitar la entrada de aire y pérdida de vacío.
- El caracol fundido y pulido evita la adherencia de la mezcla.
- Cañón bipartido para facilitar el mantenimiento del caracol.
- Compuesto por rodamientos autocompensadores que asegura la alineación de los engranajes por tiempo prolongado e incrementa la durabilidad de la máquina.
- Posee embrague neumático de activación simple para evitar torsión en el eje.

Especificaciones técnicas de la maquina extrusora del proceso productivo, se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 57

Especificaciones técnicas de maquina extrusora.

Modelo	NTB-5
Producción	: Hasta 30 Ton/hora.
Potencia	: 175 hp - 1750 rpm.
Dimensiones (ANxALxL)	: 1810 x 1530 x 3480 mm.
Peso aproximado	: 4700 kg.
Dimensiones del caracol (ϕ x AN)	: ϕ 430 x 400 mm.

Fuente: Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco, (Fernández, 2024)

Con este proceso se finaliza la homogenización de la mezcla y eliminamos el aire encapsulado. El ladrillo sale de la maquina extrusora, moldeado y en forma continua.

Una cortadora automática, corta los ladrillos en bloques de 10 unidades y bisela, logrando un acabado fino del ladrillo.

5.6.5.4. Proceso de secado

Este proceso se inicia con la entrada del ladrillo crudo hacia la maquina secadora, que se aprecia en la siguiente figura 47.

Figura 47

Maquina secadora.



Fuente: Imagen referencial.

Características de la maquina secadora:

- Diseñado para el secado de baldosas y bloques de cerámica de diferentes modelos.
- Los ensayos de caracterización de las materias constituyentes del producto a secar definen la eficiencia económica y técnica del secador, pudiendo tener un ciclo de secado de 50 y 120 minutos, con capacidad de producción de 8 a 35 toneladas/hora. Dimensiones de la secadora: Ancho 3 - 5 m, Largo de 90 – 120 m.

Diferencias:

- Bajo consumo de energía eléctrica y térmica.
- Alta durabilidad contrastada con bajo mantenimiento.

- Con periodo de recuperación a corto plazo en relación con secadores de carro.
- Alta reducción de mano de obra.
- Se obtiene un secado uniforme.
- Se prescindirá de carros, pistas y sistema carga y descarga de carros.
- Cadenas fabricadas con materiales de alta calidad.
- Consta de canaletas colectoras para eliminar partes duras en la arcilla.

Las especificaciones técnicas del horno de secado se aprecian en la siguiente tabla 58.

Tabla 58.

Especificaciones técnicas del horno de secado.

Modelo	NTS
Producción	: Hasta 30 Ton/hora.
Potencia	: Hasta 250 hp.
Dimensiones (ANxALxL)	: 3.475 - 5.475 x 3,9 x 110 mts.
Ciclo de secado	: 45 a 180 min.
Consumo eléctrico	: 3 KWh/Ton.
Humedad de entrada	: Hasta 24%.
Humedad de salida	: 1.5 a 4.5 %.
Altura de carga máxima	: 350 mm.

Fuente: Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco, Fernández, 2024.

El proceso de secado tiene por finalidad eliminar la humedad que tienen los ladrillos. Se desarrolla de la siguiente forma:

- Por medio de un brazo hidráulico coloca cada 10 unidades de ladrillo hasta una cinta transportadora hasta llegar a los vagones de secado y seguidamente son trasladados hacia el horno de secado.

Asimismo, el proceso de secado debe ser controlado, puesto que una alteración significativa en las condiciones de temperatura, aireada y tiempo de exposición, pueden generar como consecuencia contracciones

bruscas en la estructura del ladrillo, como presencia de fisuras y fracturas.

- La humedad con la que ingresa la pieza de ladrillo al horno de secado debe estar en rango mínimo de (8 – 10 %) y la humedad final en este proceso es inferior al 1%.

En el proceso de secado se diferencian dos periodos muy importantes:

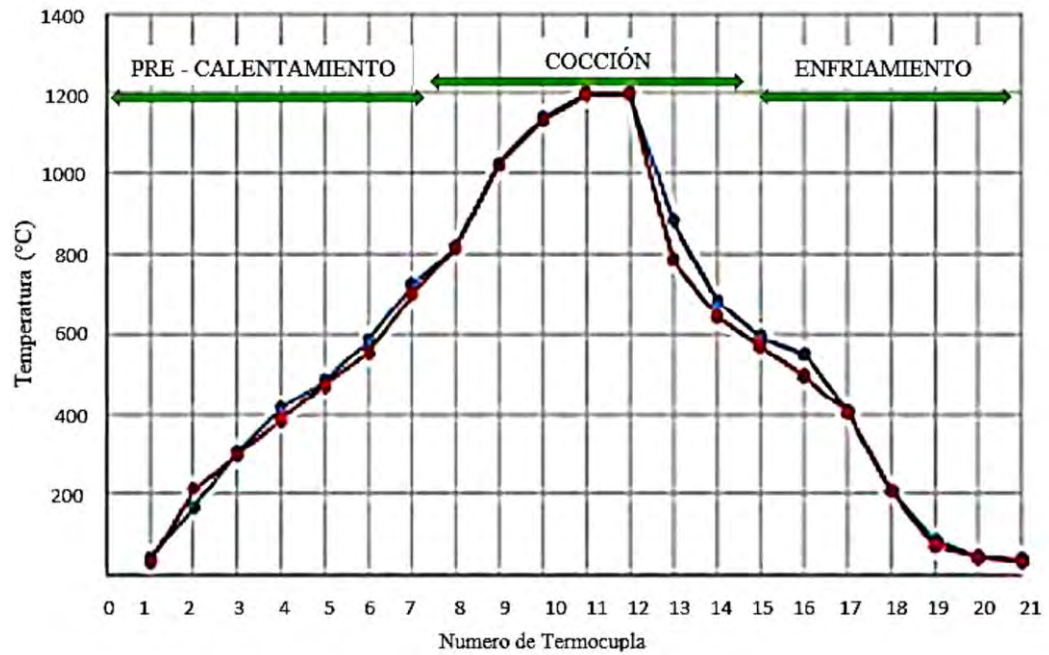
- **Primer periodo de la velocidad constante:** Que se inicia cuando la arcilla tiene un mínimo de agua para llenar los espacios vacíos, existiendo una película continua de agua sobre la superficie de las partículas, originando un color oscuro cuando la arcilla esta mojada.
- **Segundo periodo con disminución de la velocidad de secado:** Que comienza cuando la película superficial continua se rompe y el agua de la superficie desciende hacia el interior de los capilares, originando un color claro característico de la arcilla seca.

5.6.5.5. Proceso de cocción y enfriamiento

Este proceso se inicia con el carguío de ladrillos a los vagones del horno de cocción, distribuido de tal forma que facilite el flujo de los gases. Las temperaturas que alcanza el horno, forman curvas de precalentamiento, cocción y enfriamiento. Como se aprecia en la figura contigua.

Figura 48

Curva formada en el proceso de cocción.



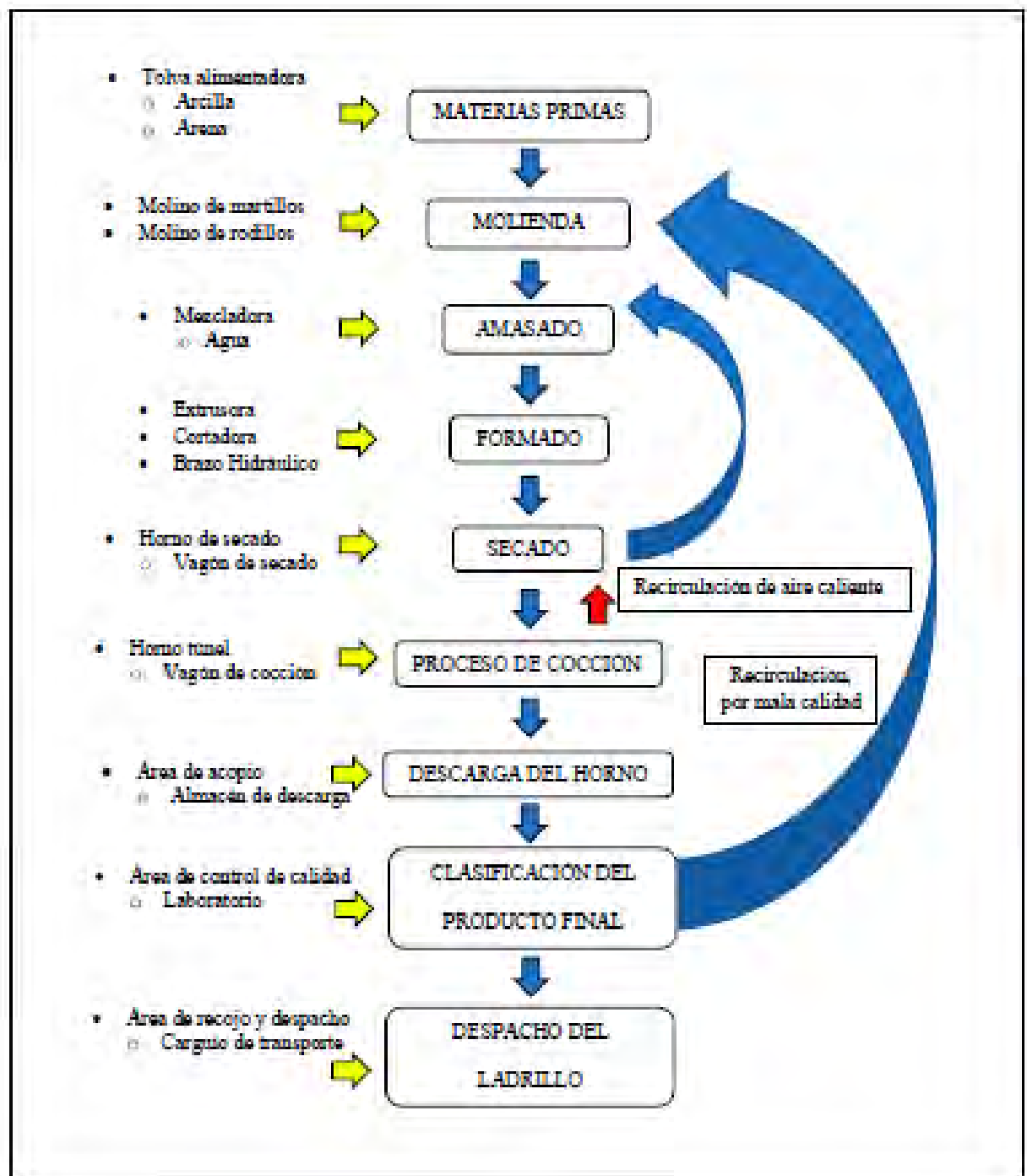
Fuente: Norton, 2009.

5.6.6. Proceso productivo del proyecto.

El total de etapas del proceso productivo del proyecto, anteriormente descritas, se resume en la siguiente figura 49.

Figura 49

Esquema del proceso productivo del proyecto.



Fuente: Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco, Fernández, 2024.

5.6.7. Selección de equipos.

El proceso de selección de equipos para el proyecto, se realizó mediante estudios comparativos y escoger los equipos más apropiados para el desarrollo del proyecto.

La selección de equipos del proyecto, se realizó de acuerdo al siguiente orden:

5.6.7.1. Sustento comparativo para elegir el tipo de horno.

Durante el tiempo transcurrido la industria ladrillera, ha logrado grandes cambios tecnológicos durante el secado y cocción de los ladrillos, dejando de lado tecnologías antiguas muy contaminantes y optando por tecnologías más eficientes y eco amigable con el medio ambiente.

En este escenario, los tipos de hornos estudiados, para la producción del proyecto se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 59

Tipos de hornos empleados en la producción de ladrillos.

Descripción	Tipo de horno				
	Horno intermitente		Horno semi continuo		Horno continuo
	Horno tipo Volcán	Horno Móvil	Horno Hoffman	Horno Cedan	Horno Túnel
Longitud (m)	L: 4.5-6.5	L: 15-25	L: 60-120	L: 36-50	L: 50-120
Altura (m)	H: 2.5-3.5	H: 3.5-4.0	H: 2.5-3.0	H:4.2	H: 2-3
Ancho (m)	A: 4.5-6.5	A:4.5-6.6	A: 3.5-4.5	A: 15-24	A: 4-8
Productos	Tejas y ladrillos	Tejas y ladrillos	Tejas, ladrillos y baldosas	Tejas, ladrillos y baldosas	Tejas, ladrillos, baldosas y otros.
Perdidas	≤ 7%	≤ 3.5%	≤ 2%	≤ 2%	≤ 1%
Tipo de combustible	Biomasa	Biomasa y Gas	Biomasa y Gas	Biomasa y Gas	Gas natural
Eficiencia térmica	25%	35%	45%	50%	75%
Emisión de gases	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo

Fuente: Proyecto de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales (EELA), 2015.

De acuerdo a la tabla que antecede, podemos definir que el Horno Continuo, técnicamente es el más apropiado para el proyecto.

Figura 50.

Horno continuo – horno túnel.



Fuente: Imagen referencial.

a) Horno continuo túnel

Un horno continuo túnel, está constituido por un cuerpo fijo de forma longitudinal puede ser de techo recto abovedado. En el interior del túnel se encuentran los vagones que trasladan la carga de ladrillos. Este horno utiliza como combustible gas natural.

El horno a lo largo de su recorrido se divide en tres zonas bien delimitadas que son:

- **Zona de precalentamiento:** Zona donde la carga es colocada en los vagones y se inicia un precalentamiento, en esta zona se alcanza una curva de temperatura máxima de 400°C.

- **Zona de cocción:** Zona donde los vagones ingresan a la zona de cocción, se caracteriza porque aquí se encuentran los quemadores (repartidos a los costados o en el techo). En esta zona la temperatura de cocción este en el rango de 400°C a 1400°C, depende del tipo de arcilla utilizada.
- **Zona de enfriamiento:** Zona donde se inicia el enfriamiento hasta que sale del horno. Zona donde inyecta aire frio del medio ambiente, también se extrae el aire caliente.

A continuación, se detalla las especificaciones técnicas del horno Túnel.

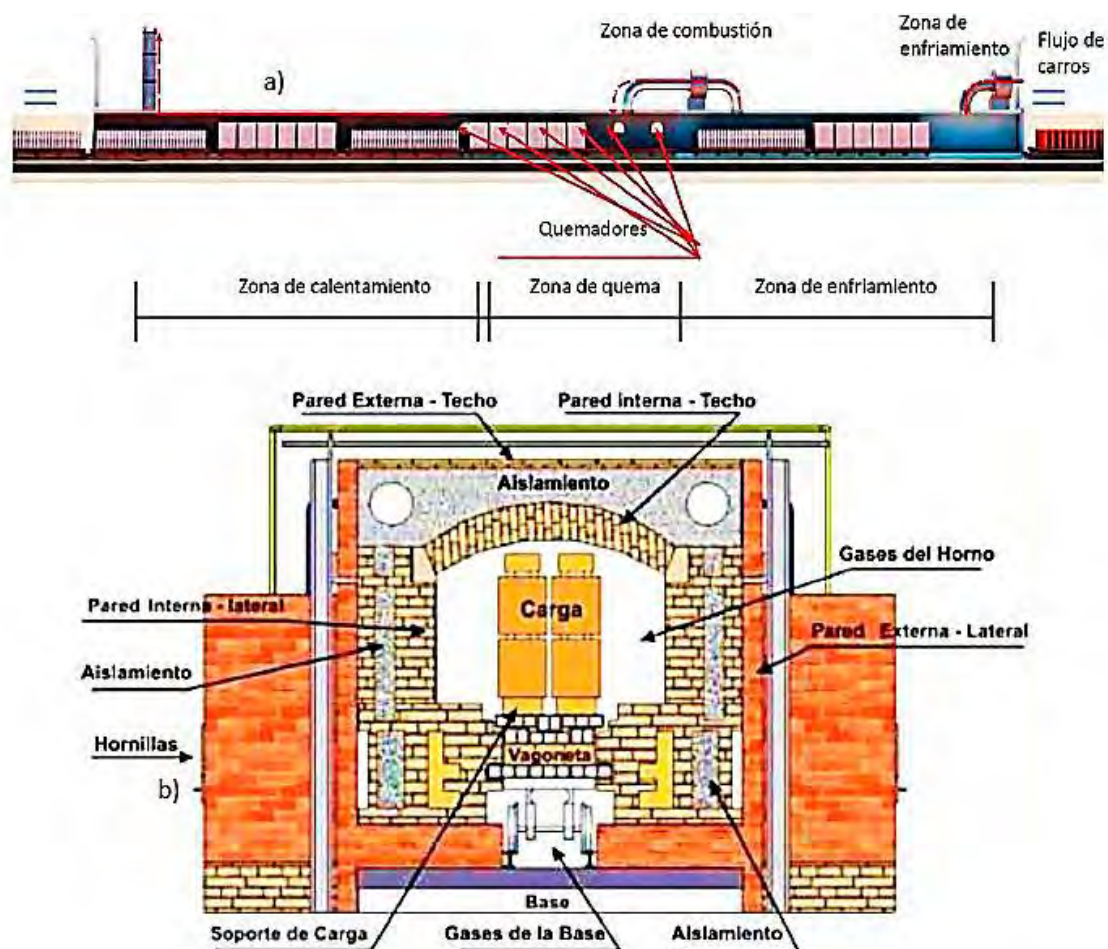
Tabla 60

Especificaciones técnicas del horno Túnel.

Especificaciones técnicas	
Cerrado a la atmosfera:	Disminuye las emisiones de gases contaminantes a la atmosfera.
Producción continua:	Reduce las pérdidas de calor y emisiones fugitivas al medio ambiente.
Dimensiones externas:	L: 50-120 m. A: 4-8 m. H: 2-3 m.
Productos:	Tejas, ladrillos, baldosas, etc.
Perdidas:	≤ 1%
Emisión de gases:	Bajo
Tipo de combustible:	Gas natural (Combustible limpio y económico)
Consumo específico de energía térmica:	341-422 kcal/kg.
Eficiencia térmica:	75%

Fuente: Norton, 2009.

Figura 51

Zonas definidas del horno Túnel.

Fuente: Norton, 2009.

5.6.8. Distribución y diseño del proyecto.

La distribución y diseño del proyecto, simbolizan herramientas contiguas y productivas, que se usan para complementar la etapa de ingeniería, que es necesaria en la cálculo de las inversiones del proyecto y de los costos de operación (Balladares et. al, 2019)

5.6.8.1. Distribución del proyecto

La distribución del proyecto, representa el dimensionamiento de las áreas superficiales que conforman el proyecto.

El dimensionamiento adecuado para el proyecto se obtiene a través de los estudios de ingeniería realizados por el equipo técnico, de

acuerdo al documento Manual de Capacitación sector ladrillero en América latina editado por la (Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico, 2016).

En la Tabla 61, se aprecia las características de distribución y dimensionamiento y descripción de áreas físicas específicas del proyecto.

Tabla 61

Distribución específica de áreas físicas del proyecto.

Áreas	Especificación	Dimensión (m²)	Descripción
Área 1	Área de recepción y de almacenamiento.	2183	Destinada al almacenamiento de insumos y materia prima.
Área 2	Área del proceso productivo.	1800	Destinada al procesamiento y obtención primaria del producto.
Área 3	Área de secado y cocción.	4972	Destinada al proceso de secado y cocción del producto final.
Área 4	Área de recepción y almacenamiento del producto final.	4005	Destinada al almacenamiento del producto terminado, listo para ser comercializado
Área 5	Área auxiliar	2175	Destinada a oficinas de mantenimiento, servicios higiénicos, almacén de herramientas y otros.
Area 6	Area administrativa.	870	Destinada a oficinas administrativas y de ventas.
Area Total		16005	

Fuente: Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco, Fernández, 2024.

Con el objetivo de conseguir un mayor entendimiento sobre la distribución y el dimensionamiento de las áreas físicas propias al proyecto, se elabora un plano como se muestra en la figura 52.

5.6.8.2. Diseño del proyecto

Se entiende por diseño del proyecto el plan grafico de todo el proceso productivo que desarrolla un proyecto. (Arboleda, 2014)

- Sirve de apoyo para tener una idea ilustrada de relación entre los importantes elementos de un proyecto como (Materia prima, insumos, maquinas, equipos y otros).

- Utilizado para documentar el proceso productivo, con la finalidad de comprender mejor, el control de calidad y entrenamiento de recursos humanos.
- Favorece a la estandarización de los procesos, mejorando la eficiencia y automatización óptima.
- Facilita estudiar y analizar los procesos, para lograr la mejora continua.
- Mediante el cual se puede evidenciar los procesos y operaciones innecesarias como cuellos de botella y otros.
- Ayuda a crear nuevos procesos o modelamiento de mejores procesos.

Para este proyecto, el diseño se representa mediante un diagrama de flujo (flow sheet), como se muestra en la figura 53.

Figura 52

Plano de distribución de áreas físicas del proyecto

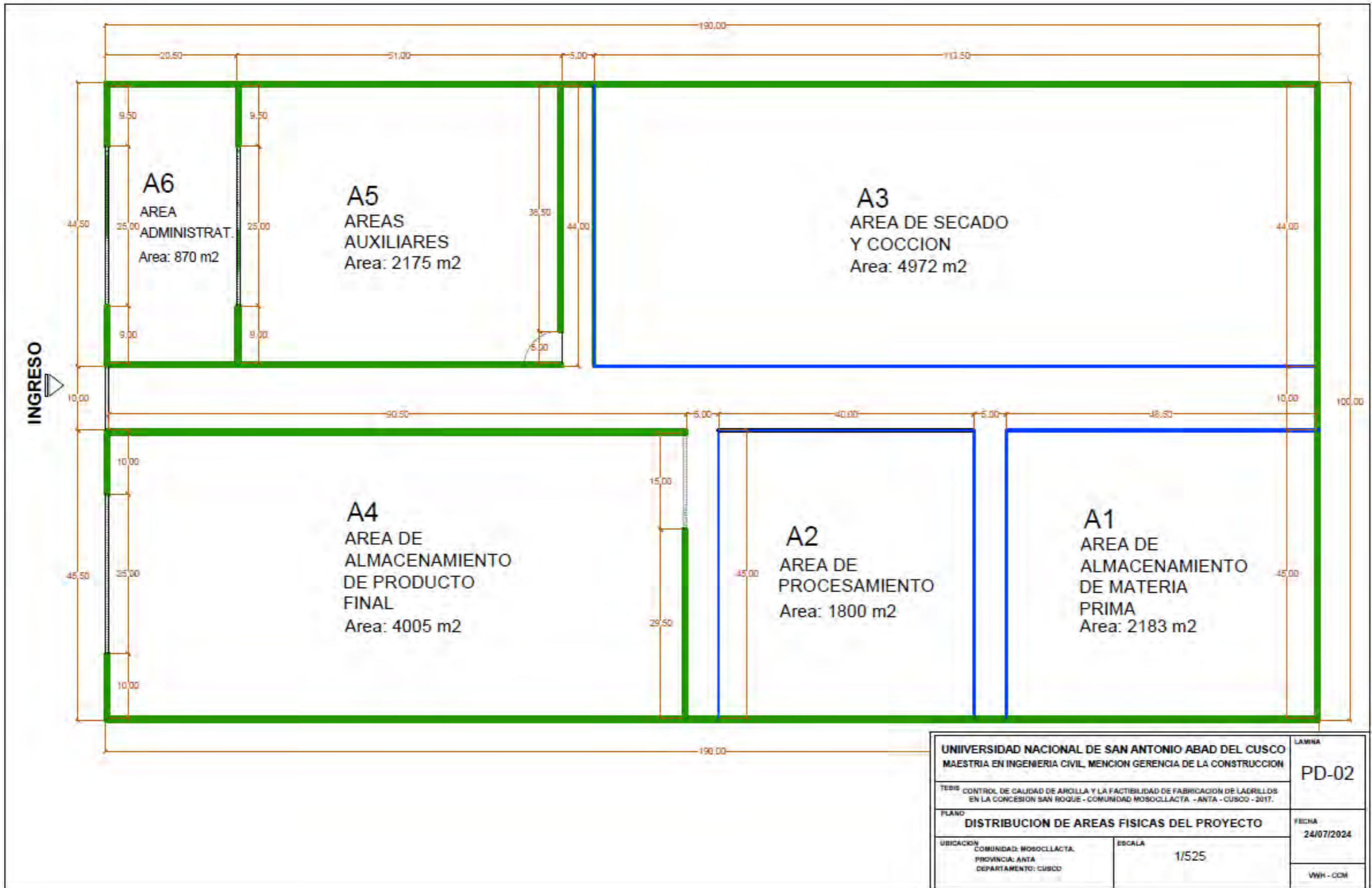
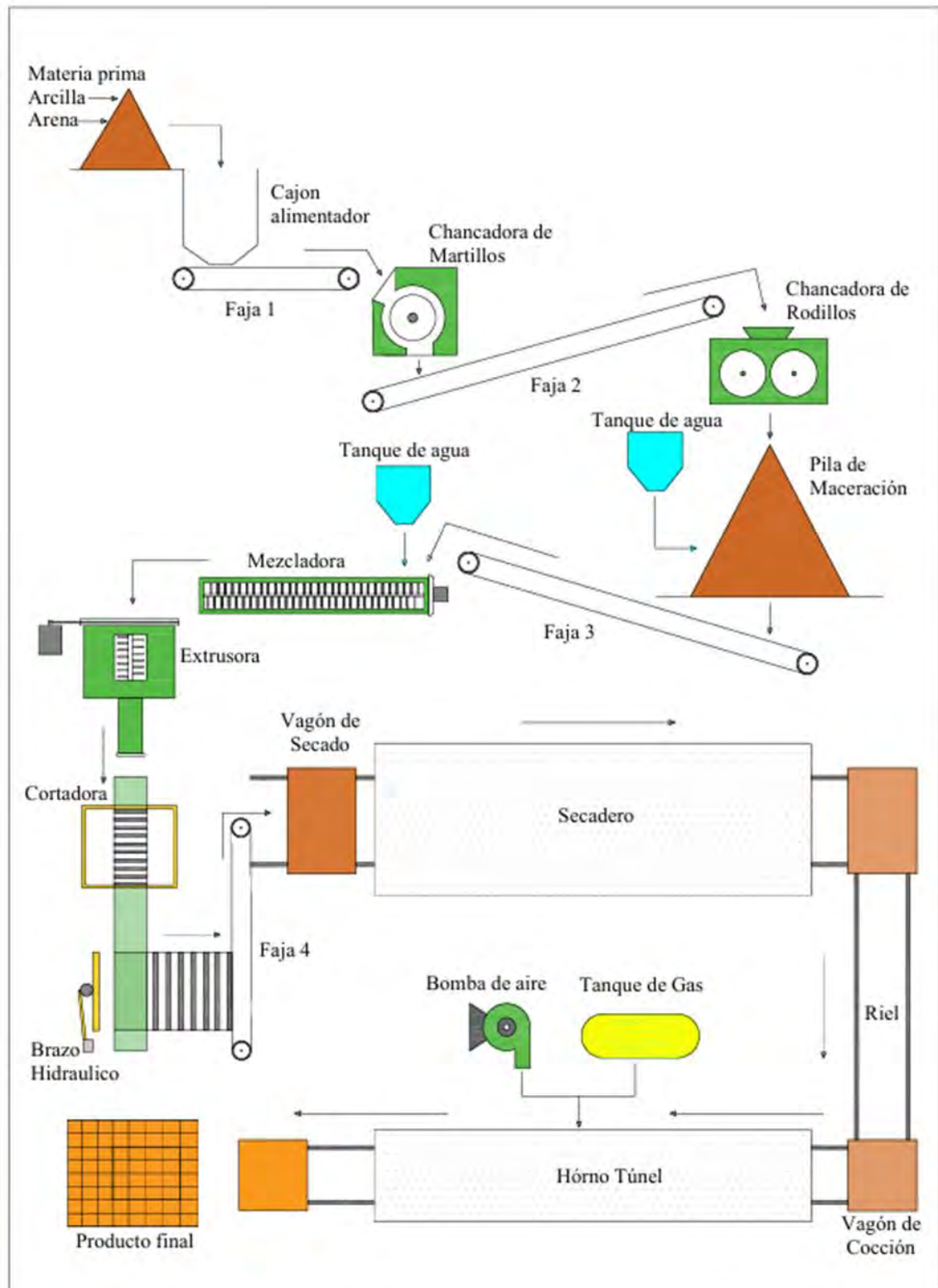


Figura 53

Diagrama de flujo (flow sheet) de planta ladrillera



Fuente: Adaptado de Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco. Fernández, 2024.

5.7. Análisis Económico.

5.7.1. Inversiones en el proyecto.

Este se refiere al conjunto de costos que se generan para ejecutar el proyecto. Los costos de inversión se calculan por medio de los costos de inversión (CAPEX), que están constituidos por los costos directos, costos indirectos y las contingencias. (Coss Bu, 2012)

Para establecer los costos directos, costos indirectos y las contingencias de un proyecto de inversión, se utilizan “índices de estimación”.

Estos “índices de estimación”, se obtienen de fuentes como el: “Manual de Evaluación Técnico – Económica de Proyecto de Inversión”, del Instituto Técnico de España.

5.7.2. Costos directos

Estos costos están conformados por todos los costos que mantienen relación directa con el proceso productivo del proyecto. (Sapg Chain, 2013)

Dentro de los costos directos están considerados los siguientes costos:

- El costo de los equipos.
- El costo de transporte.
- El costo de construcción y montaje.

Para el proyecto se determina primero los costos directos del total equipos, el cual se aprecia en la tabla 62.

Tabla 62.

Costo de equipos del proyecto.

Item	Equipo	Descripción	Capacidad	Costo (USD)
1	Cajón alimentador de gruesos	Motor 20 hp.	30 Ton/h	16000.00
2	Faja transportadora 1	Motor 20 hp.	30 Ton/h	4500.00
3	Molino de martillos	Motor 60 hp	30 Ton/h	25000.00
4	Faja alimentadora 2	Motor 20 hp.	30 Ton/h	4500.00
5	Molino de rodillos (laminador)	Motor 40 hp	30 Ton/h	25000.00
6	Faja transportadora 3	Motor 20 hp	30 Ton/h	4500.00
7	Mezcladora	Motor 40 hp	30 Ton/h	25000.00
8	Extrusora	Motor 100 hp	30 Ton/h	30000.00
9	Cortadora	Motor 20 hp	30 Ton/h	20000.00
10	Brazo hidráulico		20000 u/día	30000.00
11	Horno túnel		20000 u/día	250000.00
12	Tanque de agua		2000 L	10000.00
13	Tanque de gas			40000.00
Total (USD)				484500.00

Fuente: Adaptado de la Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco. Fernández, 2024.

Nota: El costo de los equipos está en dólares americanos (USD).

Con el costo total de los equipos de la tabla 62, se calcula los costos de transporte y el costo de construcción y montaje de la tabla 63, utilizando los índices de estimación que corresponde a cada costo.

Tabla 63.

Calculo de costo de transporte, construcción y montaje.

Costo de los equipos (USD)	Costo a determinar (USD)	Índice de estimación	Total (USD)
484500.00	Transporte	4.8%	23256.00
484500.00	Construcción y montaje	8.3%	40213.50

Fuente: Instituto Tecnológico de España, 2007.

Los siguientes costos de los equipos, costo de transporte y el costo de construcción y montaje, están conformados por los siguientes ítems: Civil, estructural, tuberías, electricidad e instrumentación.

Para calcular el costo de cada ítem se utilizan los índices de estimación adecuada. Los cálculos se presentan en las tablas 64, 65 y 66.

Tabla 64

Calculo costo de ítems de equipos.

Costo de los equipos (USD)	Ítem de los equipos	Índice de estimación	Costo total (USD)
484500.00	Civil	0.1%	484.50
484500.00	Estructural	15.4%	74613.00
484500.00	Tuberías	7%	33915.00
484500.00	Electricidad	10%	48450.00
484500.00	Instrumentación	1.50%	7267.50
Total (USD)			164730.00

Fuente: Instituto Tecnológico de España, 2007.

Tabla 65

Calculo costo de ítem de transporte

Costo de transporte (USD)	Ítem de transporte	Índice de estimación	Costo total (USD)
23256.00	Tuberías	1.6%	372.10
23256.00	Electricidad	6.0%	1395.36
23256.00	Instrumentación	0.9%	209.30
Total (USD)			1976.76

Fuente: Instituto Tecnológico de España, 2007.

Tabla 66

Calculo de costo del ítem de construcción y montaje.

Costo de construcción y montaje (USD)	Ítem de construcción y montaje	Índice de estimación	Costo total (USD)
40213.50	Terrenos	60%	24128.10
40213.50	Civil	110%	44234.85
40213.50	Estructural	70.3%	28270.09
40213.50	Arquitectura	38.4%	15441.98
40213.50	Tuberías	62%	24932.37
40213.50	Electricidad	27.4%	11018.50
40213.50	Instrumentación	20.6%	8283.98
Total (USD)			156309.87

Fuente: Instituto Tecnológico de España, 2007.

Para finalizar el costo total de equipos, el costo total de transporte y el costo total de construcción y montaje, incluido sus respectivos ítems, se resumen en la tabla 67.

Tabla 67

Cálculo de costos directos del proyecto.

	Costo de los equipos (USD)	Costo de transporte (USD)	Costo de construcción y montaje (USD)	Total (USD)
Costo (USD)	484500.00	23256	40213.5	547969.50
Costo de ítem (USD)	164730.00	1976.76	156309.87	323016.63
Total (USD)	649230.00	25232.76	196523.37	870986.13

Fuente: Adaptado de la Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco. Fernández, 2024.

5.7.3. Costos indirectos.

La definición de costos indirectos, dice que son todos aquellos costos que no están incluidos directamente al proceso de producción del proyecto, pero independientemente son parte del Ejemplo: Pagos de impuestos, consumo de servicios de agua y electricidad, etc. (Capag Chain, 2013)

En el caso del proyecto, los costos indirectos se calculan sobre la base total de los costos directos. Como se aprecia en la tabla 68.

Tabla 68

Cálculo de costos indirectos del proyecto.

Costos directos del proyecto (USD)	Índices de estimación para los costos indirectos	Costos indirectos del proyecto (USD)
870986.13	15% de los costos directos para operación.	130647.92
870986.13	3% de los costos directos para infraestructura.	26129.58
870986.13	10% de los costos directos para puesta en marcha	87098.61
Total (USD)		243876.12

Fuente: Adaptado de la Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco. Fernández, 2024.

5.7.4. Contingencias.

Se define como el valor en porcentaje de un sobre costo que aplica a un proyecto, con la finalidad de protegerlo frente potenciales riesgos no identificados. (Coss Bu, 2012)

Para calcular las contingencias del proyecto se requiere el análisis de riesgo probabilístico elaborado por el Manual de Evaluación Técnico – Económica de Proyectos. Donde sugiere aplicar el 30% de las contingencias sobre la suma obtenida de costos directos e indirectos del proyecto. Como se aprecia en la tabla 69.

Tabla 69.

Calculo de contingencias del proyecto.

Descripción	Total (USD)
Costos directos (USD)	870986.13
Costos indirectos (USD)	243876.12
Sub total (USD)	1114862.25
Contingencias al 30% (USD)	334458.675

Fuente: Adaptado de la Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco. Fernández, 2024.

5.7.5. Capital expectante (CAPEX) del proyecto

En cuanto se tiene calculado los costos directos, costos indirectos y las contingencias del proyecto, con el resumen de estos se obtiene el capital expectante (CAPEX) del proyecto. Como se aprecia en la tabla 70.

Tabla 70.

Calculo de capital expectante (CAPEX) del proyecto

Descripción	Total (USD)
Costos directos	870986.13
• Costo de los equipos.	484500
• Costo de los ítems de los equipos	164730
• Costo de transporte.	23256
• Costo de los ítems de transporte.	1976.76
• Costo de construcción y montaje.	40213.5
• Costo de los ítems de construcción y montaje.	156309.87
COSTOS INDIRECTOS	243876.11
• 15% de los costos directos para operación.	130647.92
• 3% de los costos directos para infraestructura.	26129.58
• 10% de los costos directos para puesta en marcha.	87098.61
CONTINGENCIAS 30%	334458.675
Total (USD)	1449320.915

Fuente: Adaptado de la Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco. Fernández, 2024.

5.7.6. Costos de operación del proyecto.**5.7.6.1. Costos de operación**

Referido a todos los gastos necesarios en los que incurre un proyecto con la finalidad de mantenerse en operación. Dichos gastos alcanzan toda la vida útil del proyecto, desde su puesta en funcionamiento. (Arboleda, 2014)

El costo de operación (OPEX), está conformado por los costos variables y costos fijos.

5.7.6.2. Costos variables

Están conformados por todos aquellos gastos que se incurren de manera directa, con respecto al nivel de producción que se obtenga del proyecto (Arboleda, 2014)

Para el proyecto de fábrica de ladrillos de arcilla, los costos variables deben contener:

- Costos referenciales de la extracción de materia prima, que depende del nivel de producción del proyecto.
- Costos referenciales de los procesos de acopio, molienda, extracción, secado y cocción, que dependerá del nivel de producción.
- Costos de equipos de protección personal de los trabajadores que laboran en el proyecto (Trabajadores directos e indirectos), dependientes del nivel de producción.

Tabla 71

Costos variables del proyecto

Ítem y descripción	Costo (USD)/Unidad	Cantidad	Costo anual (USD)
<u>1. Explotación de materia prima</u>			
1.1. Equipos de extracción	2500 USD/mes	12 meses	30000.00
1.2. Suministro de extracción	1000 USD/mes	12 meses	12000.00
1.3. Servicios de extracción.	1500 USD/mes	12 meses	18000.00
<u>2. Acopio y molienda</u>			
2.1. Energía eléctrica.	1500 USD/mes	12 meses	18000.00
2.2. Combustible diésel.	4.5 USD/galón	15 gal*350 días	23625.00
<u>3. Extrusión</u>			
3.1. Energía eléctrica.	1500 USD/mes	12 meses	18000.00
<u>4. Secado y cocción</u>			
4.1. Gas natural	3 USD/MMBTU	65 MMBTU*350 días	68250.00
4.2. Energía eléctrica	2500 USD/mes	12 meses	30000.00
<u>5. Personal</u>			
5.1. EPP's (2 veces por año)	40 USD/persona	24 personas	1920.00
Total (USD)			219795.00

Fuente: Adaptado de la Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco. Fernández, 2024.

Nota: Cabe aclarar que los costos utilizados en la tabla, son referenciales según el estudio de mercado.

5.7.6.3. Costos fijos

Estos se encuentran conformados por todos aquellos gastos que siempre se tienen que pagar, muy independiente del nivel de producción que se logre en el proyecto. (Arboleda, 2014)

Para el proyecto, los costos fijos se establecen mediante la tabla 72.

Que contiene:

- Costos referenciales de los suministros de operación y mantenimiento, muy aparte de la meta de producción.
- Con respecto al salario de los trabajadores que forman parte del proyecto (trabajadores directos e indirectos), indistintamente de la meta de producción del proyecto.

Tabla 72.

Costos fijos del proyecto

Ítem y descripción	Costo (USD)/Unidad	Cantidad	Costo anual (USD)
<u>1. Suministros de operación</u>			
1.1. Servicio de telefonía	300 USD/mes	12 meses	3600.00
1.2. Servicios de seguros	500 USD/mes	12 meses	6000.00
1.3. Impuestos	700 USD/mes	12 meses	8400.00
<u>2. Suministros de mantenimiento</u>			
2.1. Servicio de mantenimiento preventivo	500 USD/mes	Trimestral	2000.00
2.2. Servicio de mantenimiento correctivo	800 USD/galón	Trimestral	3200.00
<u>3. Salarios</u>			
3.1. Gerente (1)	1900 USD/mes	14 meses	26600.00
3.2. Sub gerente (1)	1300 USD/mes	14 meses	18200.00
3.3. Jefes de area (3)	1000 USD/mes	14 meses	42000.00
3.4. Mano de obra directa (6)	800 USD/mes	14 meses	67200.00
3.5. Mano de obra indirecta (13)	600 USD/mes	14 meses	109200.00
Total (USD)			286400.00

Fuente: Adaptado de la Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco. Fernández, 2024.

Nota: Cabe aclarar que los costos utilizados en la tabla, son referenciales según el estudio de mercado.

5.7.6.4. Contingencias

Son sobre costos destinados a salvaguardar el proyecto contra riesgos no identificados (Coss Bu, 2012). Se calculan aplicando el 5% sobre el subtotal de costos variables y fijos, según el análisis de riesgo probabilístico del Manual de Evaluación Técnico-Económica de Proyectos de Inversión, como se detalla en la tabla 73.

Tabla 73

Contingencia del proyecto

Descripción	Total (USD)
Total de los costos variables	219795.00
Total de los costos fijos	286400.00
Sub Total	506195.00
Contingencias al 5%	25309.75

Fuente: Adaptado de la Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco. Fernández, 2024.

5.7.6.5. Costos de operación (OPEX) del proyecto

Luego de establecer los costos variables, los costos fijos y la contingencia del proyecto, se elabora el OPEX del proyecto. Como se muestra en la tabla 74.

Tabla 74.

Costos de operación (OPEX) del proyecto

Descripción	Total (USD)
Costos variables	219795.00
1. Explotación de materia prima.	
1.1. Equipos de extracción.	30000.00
1.2. Suministro de extracción	12000.00
1.3. Servicios de extracción	18000.00
2. Acopio y molienda.	
2.1. Energía eléctrica	18000.00
2.2. Combustible diésel	23625.00
3. Extracción	
3.1. Energía eléctrica	18000.00
4. Secado y cocción.	
4.1. Gas natural	68250.00
4.2. Energía eléctrica	30000.00
5. Personal	
5.1. EPPs	1920.00
Costos fijos	286400.00
1. Suministro de operación	
1.1. Servicio de telefonía	3600
1.2. Servicio de seguros	6000
1.3. Impuestos	8400
2. Suministro de operación	
2.1. Mantenimiento preventivo	2000
2.2. Mantenimiento correctivo	3200
3. Salarios	
3.1. Gerente/ Sub gerente	44800
3.2. Jefes de áreas	42000
3.3. Mano de obra directa	67200
3.4. Mano de obra indirecta	109200
Contingencias 5%	25309.75
Total (USD)	531504.75

Fuente: Adaptado de la Tesis Planta ladrillera para la ciudad del Cusco. Fernández, 2024.

5.7.7. Evaluación económica.

El capítulo tiene como propósito definir la evaluación económica de un proyecto con el fin de determinar su viabilidad según distintos criterios. Para ello, se emplean diversos métodos de cálculo. (Arboleda, 2014)

5.7.7.1. Evaluación económica del proyecto.

Proceso fundamental para identificar ventajas y desventajas de una inversión antes de su implementación, empleando métodos de análisis que favorecen el éxito del proyecto y el bienestar colectivo (Arboleda, 2014).

5.7.7.2. Flujo de fondos del proyecto

Herramienta financiera que resume el movimiento de dinero en el proyecto, expresado como la diferencia entre entradas y salidas de efectivo (Arboleda, 2014).

5.7.7.3. Análisis económico y financiero del proyecto

a) Resumen de Inversión Inicial

CAPEX (Capital Expenditure)

- **Costos Directos:** USD 870,986.13
- **Costos Indirectos:** USD 243,876.11
- **Contingencias (30%):** USD 334,458.68
- **TOTAL CAPEX:** USD 1,449,320.92

OPEX Anual (Operational Expenditure)

- **Costos Variables:** USD 219,795.00
- **Costos Fijos:** USD 286,400.00
- **Contingencias (5%):** USD 25,309.75
- **TOTAL OPEX:** USD 531,504.75

b) Proyección de Ingresos

Basado en la información del estudio de mercado:

- **Capacidad productiva nominal:** 6,363,844 unidades/año
- **Precio actual ladrillo Blocker 12:** S/. 960 por millar
- **Tasa de cambio:** 3.8 S/. por USD (asumido)
- **Precio en USD:** USD 252.63 por millar

Tabla 75.

Ingresos Projectados (5 años)

Año	Capacidad Utilizada	Unidades Vendidas	Precio/millar USD	Ingresos Totales USD
1	70%	4,454,691	252.63	1,125,251
2	80%	5,091,075	258.94	1,318,415
3	90%	5,727,460	265.42	1,520,207
4	95%	6,045,652	272.06	1,644,975
5	100%	6,363,844	278.86	1,774,813

Nota: Se considera un incremento de precio del 2.5% anual.

5.7.7.4. Flujo de Caja Projectado (5 años)

Tabla 76.

Flujo de caja proyectado

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS						
Ventas	-	1,125,251	1,318,415	1,520,207	1,644,975	1,774,813
EGRESOS						
Costos Variables	-	-219,795	-231,285	-243,149	-255,607	-268,787
Costos Fijos	-	-286,400	-295,392	-304,654	-314,194	-324,020
Depreciación	-	-144,932	-144,932	-144,932	-144,932	-144,932
EBITDA	-	619,056	791,738	972,404	1,075,174	1,182,006
Impuestos (30%)	-	-143,335	-200,061	-259,635	-285,073	-311,133
Flujo Operativo	-	475,721	591,677	712,769	790,101	870,873
CAPEX	-1,449,321	-	-	-	-	-
Capital de Trabajo	-200,000	-	-	-	-	200,000
Flujo de Caja Neto	-1,649,321	475,721	591,677	712,769	790,101	1,070,873

Fuente: Elaboración propia.

5.7.7.5. Indicadores Financieros

Asumiendo una tasa de descuento del 12%:

VAN (Valor Actual Neto)

$$\text{VAN} = -1,649,321 + 475,721/(1.12) + 591,677/(1.12)^2 + 712,769/(1.12)^3 + 790,101/(1.12)^4 + 1,070,873/(1.12)^5$$

VAN = USD 848,752

TIR (Tasa Interna de Retorno)

Resolviendo para la tasa que hace VAN = 0:

TIR = 28.4%

Período de Recuperación

- **Simple:** 2.8 años
- **Descontado:** 3.4 años

Índice de Rentabilidad

IR = Valor Presente de Flujos Futuros / Inversión Inicial

IR = 1.51

WACC (Weighted Average Cost of Capital)

Asumiendo:

- 40% deuda al 8% interés
- 60% capital propio al 15% retorno esperado

WACC = $(0.4 \times 8\% \times 0.7) + (0.6 \times 15\%) = 11.24\%$

5.7.7.6. Análisis de Sensibilidad

Escenario Pesimista (Reducción 20% en ventas)

- **VAN:** USD 215,634
- **TIR:** 15.8%

Escenario Base

- **VAN:** USD 848,752
- **TIR:** 28.4%

Escenario Optimista (Aumento 20% en ventas)

- **VAN:** USD 1,481,870
- **TIR:** 41.2%

5.7.7.7. Punto de Equilibrio

Punto de Equilibrio = Costos Fijos / (Precio - Costo Variable Unitario)

- Costos Fijos Anuales: USD 286,400
- Precio por millar: USD 252.63
- Costo Variable por millar: USD 34.53

Punto de Equilibrio = 1,313 millares/año (Equivalente a 1,313,000 unidades/año)

5.7.7.8. Ratios Financieros Clave

- **ROI (Return on Investment):** 51.8%
- **ROE (Return on Equity):** 32.5%
- **Margen EBITDA:** 55.0%
- **Ratio de Cobertura de Deuda:** 3.8x

5.7.7.9. Conclusiones del Análisis

- Viabilidad del Proyecto:** Con un VAN positivo de USD 848,752 y una TIR del 28.4% (superior al WACC de 11.24%), el proyecto es financieramente viable.
- Retorno de la Inversión:** El período de recuperación descontado de 3.4 años es razonable para este tipo de industria.
- Sensibilidad:** El proyecto muestra robustez ante escenarios adversos, manteniendo VAN positivo incluso con reducciones del 20% en ventas.
- Punto de Equilibrio:** Con solo el 20.6% de la capacidad nominal, el proyecto cubre sus costos fijos, lo que proporciona un amplio margen de seguridad.

5.7.7.10. Recomendaciones

a) **Proceder con el Proyecto:** Los indicadores financieros respaldan la inversión.

b) **Gestión de Riesgos:**

- Asegurar contratos a largo plazo con clientes principales
- Mantener un fondo de contingencia adicional
- Considerar coberturas para el precio del gas natural

c) **Optimización Operativa:**

- Implementar mejora continua para reducir costos operativos
- Explorar oportunidades de economías de escala
- Considerar integración vertical con proveedores de arcilla

d) **Financiamiento:**

- Estructura óptima de capital: 40% deuda, 60% capital propio
- Considerar financiamiento verde por el uso de gas natural
- Explorar subsidios gubernamentales para industrias limpias

5.7.7.11. Anexos y Supuestos

Supuestos Principales:

- Tasa de cambio: 3.8 S/. por USD
- Inflación: 2.5% anual
- Tasa impositiva: 30%
- Vida útil del proyecto: 15 años
- Depreciación lineal: 10 años
- Capital de trabajo: USD 200,000

Notas:

- Los cálculos consideran la demanda insatisfecha identificada de 4 millones de unidades anuales.
- Se asume crecimiento gradual de capacidad utilizada.
- No se consideran ingresos por venta de subproductos o residuos.

5.8. Estudio de Impacto Ambiental.**5.8.1. Introducción.**

La Fábrica de Ladrillos de la Concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta, Anta – Cusco, se creó como parte de un convenio entre la comunidad de Mosocllacta y la Municipalidad provincial de Anta, pero finalmente la concesión mencionada quedó a la administración de la comunidad de Mosocllacta por estar dentro de sus terrenos y jurisdicción. La comunidad de Mosocllacta aún no ha implementado buenas prácticas en gestión ambiental

El siguiente Estudio de Impacto Ambiental, está alineado a la normativa ambiental vigente y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con el único fin de apoyar a los retos mundiales en el tema ambiental, instituidos por las Naciones Unidas.

5.8.2. Objetivo general.

Controlar los impactos negativos y positivos que causa el proyecto pueda generar en el medio ambiente en la Fábrica de Ladrillos de la Concesión San Roque, los cuales contribuirán al desarrollo sostenible y mejora de la calidad de vida e ingresos económicos de trabajadores y la población de la zona de influencia del proyecto.

5.8.3. Objetivos específicos.

- Reconocer el área de influencia del proyecto.
- Identificar peligros y evaluar riesgos sobre los impactos ambientales causados por el proyecto.
- Elaborar una matriz Leopold.

5.8.4. Normas legales.

El proceso de fabricación de ladrillos en el Perú es una actividad muy distribuida en el territorio peruano. La normatividad que regula el control y prevención de los impactos ambientales de esta actividad son:

- Constitución Política del Perú, numeral 22 del artículo 2, indica que toda persona tiene derecho de disfrutar de un ambiente sostenible y adecuado para su vida.
- Organización Internacional de Normalización (ISO) 14001: 2015, Norma Internacional de Gestión Ambiental, se encarga de gestionar e identificar los riesgos ambientales en las empresas durante sus operaciones. (ISO,2022)
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, artículo 3, establece que el Estado, a través de entidades especializadas, quienes deben diseñar y aplicar las normas necesarias para garantizar el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades de ley. (SEIA, 2023)
- Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA)
- Decreto Supremo N° 019-2009-MINAN, que aprueba el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto Supremo (D.S.) N° 003-2017-MINAM, Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire.

- D.S. N° 004-2017-MINAM, Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua.
- D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo.
- Resolución Ministerial (R.M.) N° 026-2002-ITINCI, Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas.

5.8.5. Área de influencia del proyecto.

La descripción del área de influencia del proyecto, es para determinar el ámbito o espacio donde se mostraran los potenciales impactos ambientales, generados por las acciones del proyecto, en este espacio geográfico se identificara y valorara la magnitud e intensidad de diferentes impactos. (SEIA, 2023)

- El área de influencia del proyecto, está compuesto por un área de influencia directo e indirecto.

Para definir la delimitación de cada área se utiliza los siguientes criterios.

Tabla 77.

Área de influencia directa del proyecto.

Area de influencia directa del proyecto (AID)		
Criterios	Descripción	Observación
Ubicación	Región Cusco, provincia y distrito de Anta, comunidad de Mosocllacta, concesión San Roque.	Se registra escasas viviendas asentadas dentro del área de influencia directa del proyecto.
Recursos en la zona	Disponibilidad de materia prima, recursos hídricos, recursos energéticos, recursos humanos, suelos, gas y vías de transporte.	No se evidencia cuerpos de agua dulce superficial, ni ecosistemas frágiles dentro del área de influencia directa del proyecto..
Área	El área total del proyecto, también conocido como huella del proyecto, se encontrara conformado por un área total de 100 Has.	En esta área está incluido la huella del proyecto.

Nota: El área donde se generará los mayores impactos ambientales del proyecto es el área de influencia directa (AID) del proyecto.

Tabla 78.

Área de influencia indirecta del proyecto.

Área de influencia indirecta del proyecto (AID)		
Criterios	Descripción	Observación
Ubicación	Región del Cusco, provincia y distrito de Anta, comunidad de Mosocllacta, concesión San Roque.	Se registra moderada presencia de viviendas asentadas dentro del área de influencia indirecta del proyecto.
Recursos en la zona	Disponibilidad de materia prima, recursos hídricos, recursos energéticos, recursos humanos, suelos, gas y vías de transporte.	Se evidencia cuerpos de agua dulce superficial. Pero no se registran ecosistemas frágiles dentro del área de influencia indirecta del proyecto.
Area	El área total del proyecto, también conocido como huella del proyecto, se encontrara conformado por un área total de 100 Has.	En esta área está incluido la población de la comunidad de Mosocllacta. Que se ubica al Oeste de las 100 Has.

Nota: El área donde se generara los menores impactos ambientales del proyecto es el área de influencia indirecta (AII) del proyecto.

5.8.6. Identificación de impactos ambientales y efectos ambientales.

Es un proceso que se ejecutara en el medio geográfico donde se implementara el proyecto, ubicación contenida en el área de influencia del proyecto, que contiene todos los escenarios medio ambientales con las que interactuara el proyecto.

Para el proyecto, se realizara el proceso de identificación de los impactos y efectos ambientales, utilizando el método de análisis de interacción, denominado Matriz de Leopold.

5.8.6.1. Matriz de Leopold para el proyecto.

Matriz de Leopold, es un instrumento de reporte organizado que recaba información sobre la evaluación de estudio de impacto ambiental del proyecto. Está compuesto por una matriz que contiene información básica para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto en cada una de sus fases,

evalúa las condiciones medio ambientales de su área de influencia. (SEIA, 2023)

La matriz Leopold tiene como principal objetivo, asegurarse que el proyecto sea valorado desde un aspecto ambiental a partir del primer momento que es creado.

Procedimiento para elaborar la matriz Leopold, consta de los siguientes pasos:

- Se utiliza una tabla de aspectos ambientales, relacionados con cada fase del proyecto. Ver tabla 79.
- Se utiliza tabla con estimación de la magnitud y de la importancia de los efectos ambientales. Ver tabla 80.
- Se utiliza una tabla con la valoración de los impactos ambientales. Ver tabla 81.

Tabla 79.

Aspectos ambientales relacionados a cada fase del proyecto

Aspectos ambientales		Fase		
		Inversión	Operación	Cierre
Aire	Calidad	-2	-2	-2
	Ruido	-1	-1	1
Agua	Calidad	-3	-3	-3
	Cantidad	-2	-2	2
Suelo	Erosión	-2	-2	-2
	Productividad	-1	-1	-1
Flora	Abundancia	-2	-2	2
	Representatividad	-2	-2	-2
Fauna	Abundancia	-1	-1	-1
	Representatividad	-3	-3	-3
Paisaje	Belleza	-2	1	-2
	Visibilidad	-2	2	-2
Población	Empleo	-1	4	3
	Afectación	-2	1	3

Fuente: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), 2023.

Tabla 80.

Estimación de la magnitud e importancia de los efectos ambientales

Magnitud (M)			Importancia (I)		
Positiva(+)/Negativa(-)			Positiva(+)		
Intensidad	Alteración	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9

Fuente: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), 2023.

Tabla 81.

Valoración de los impactos ambientales

Valoración de impactos	
Impacto bajo	100 - 300
Impacto medio	300 - 600
Impacto severo	600 - 1000
Impacto crítico	> 1000

Fuente: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), 2023.

Utilizando las tablas 80 y 81, se elabora la matriz Leopold para el proyecto, como se puede ver en la tabla 82.

Tabla 82

Matriz de Leopold para el proyecto

VALORACION			ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS														TOTAL		
			1. ETAPA DE INVERSION				2. ETAPA DE OPERACIÓN				3. ETAPA DE CIERRE								
Magnitud: 1-10 Importancia: 1-10			Remocion de terreno	Estructural	Civil	Mecanico	Total Accion 1	Proceso de acopio	Proceso de exrusion	Proceso de secado	Proceso de coccion	Total Accion 2	Desmontaje de instalaciones	Reasignacion de instalaciones	Manejo de residuos	Rehabilitacion ambiental	Total Accion 3		
FACTORES AMBIENTALES	A. Características físicas y químicas	1. Tierra	Suelos	-2	-2	-4	-4	-40	-6	-1	-1	-1	-39	-1	-1	-3	8	37	-42
		2. Agua	Superficial	-1	-2	-1	-4	-20	-1	-2	-1	-2	-10	-1	-1	-1	8	44	14
		3. Atmosfera	Calidad de aire (gases,	-2	-1	-3	-3	-20	-2	-2	-2	-2	-20	-2	-1	-1	8	39	-1
	B. Condiciones biológicas	1. Flora y Fauna	Diversidad flora	-3	-2	-2	-1	-17	-1	-1	-1	-2	-12	-1	-1	-2	8	40	11
		Diversidad fauna	-2	-1	-1	-4	-18	-1	-1	-1	-2	-12	-1	-1	-2	8	40	10	
	C. Condiciones socioculturales	1. Poblacion	Salud	-2	-2	-3	-2	-21	-2	-1	-2	-2	-17	-2	-1	-2	-2	-15	-53
			Afectacion	-2	-2	-1	-1	-12	-1	-1	-2	-3	-20	-2	-2	-2	-2	-20	-52
		2. Aspectos culturales	Patrones culturales	-2	-1	-1	-2	-10	-2	-1	-1	-1	-7	-2	-2	-1	-2	-13	-30
			Red de servicios	-1	-1	-1	-1	-4	-1	3	3	3	44	-2	-2	-2	3	1	41
3. Aspectos economicos		Proyectos sociales	3	3	3	3	48	5	5	5	5	100	3	3	3	6	75	223	
		Empleo	6	6	6	6	144	7	7	7	7	224	3	1	3	6	57	425	
TOTAL							30					231					285	546	

Nota: En la tabla se realiza una interacción entre filas (Factores ambientales) y columnas (Acciones con posibles efectos) del cual se obtiene una valoración final.

Analizando la Matriz de Leopold del proyecto deducimos lo siguiente:

- La matriz Leopold, nos permite valorar los impactos ambientales del proyecto de factibilidad con una puntaje de 546. Utilizando la tabla SS, de valoración de impactos obtenemos el significado.
- Con el resultado de la valoración, se afirma que la puntuación de 546 para el proyecto de factibilidad le corresponde un valor de **IMPACTO MEDIO** sobre el área donde se implementara el proyecto. Lo que también quiere decir que el proyecto tendrá un impacto ambiental remediable con respecto al medio ambiente.

- Por tanto al proyecto le corresponde de acuerdo a ley elaborar un Plan de Manejo Ambiental (PMA).

5.8.6.2. Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El Plan de Manejo Ambiental (PMA), es una herramienta de carácter ambiental, que se utiliza para atenuar los impactos asociados a las actividades de proyectos públicos o privados. (SEIA, 2023)

Todo Estudio de Impacto Ambiental (EIA), debe incluir un Plan de Manejo Ambiental (PMA), de carácter obligatorio, de acuerdo a Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para nuestro proyecto, la elaboración del Plan de Manejo Ambiental (PMA) será utilizado en lo siguiente:

- Es una guía que servirá para garantizar la sostenibilidad del proyecto y avalar un desarrollo integral entre las poblaciones del área de influencia del proyecto durante la vida del mismo.

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto, se elabora utilizando como base la matriz Leopold. Puesto que es la matriz y su valoración final, la que permite definir los instrumentos de calidad ambiental, con lo que se busca minimizar el impacto de las etapas del proyecto a favor del medio ambiente.

Entonces empezamos por resaltar que en la actividad ladrillera se monitorean dos tipos de gases que son:

- Gases o emisiones generados por el proceso de combustión y son emanados a través de las chimeneas.
- Gases o inmisiones que encontramos dispersos en el ambiente, como producto del aporte de las emisiones desechadas al medio ambiente por medio de las chimeneas, y que establece la calidad del aire.

En nuestra región las ladrilleras se consideran fuentes importantes de emisiones. La medición de las concentraciones de contaminantes en las emisiones atmosféricas se realizan en base protocolos establecidos, como el Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas, aprobado con Resolución Ministerial 026-2002-ITINCI, cuya aplicación es regulada por el Ministerio de la Producción como autoridad competente para el sector industrial. (MINAN, 2023)

En estos protocolos se definen al Límite Máximo Permissible (LMP) como la unidad de medida de concentración de elemento, sustancias físicas, químicas y biológicas que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al medio ambiente.

- Para medir emisiones atmosféricas de la actividades de fabricación de ladrillos los Límites Máximos Permisibles (LMP), estos se establecen con la finalidad de controlar las emisiones atmosféricas de material particulado (MP), como dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO), favorece así, en la vigilancia y reducción de emisiones atmosféricas, y los riesgos potenciales de estas emisiones en la salud humana y el medio ambiente.

Estos Estándares de Calidad Ambiental (ECA), se aplican para todos los sectores y subsectores económicos de nuestro país. Los Estándares de Calidad Ambiental para el aire (ECA Aire) aprobado con D.S. 074-2002-PCM. Este se mejora con el D.S. 046-93-EM del sector Energía y Minas y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos.

Mediante las tabla 83 y 84, se observa los rangos de Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental para el Aire (ECA Aire), que nuestro proyecto no debe superar, de esta forma cumplir con el monitoreo de los parámetros y métodos de control de gases.

Tabla 83.

Límites Máximos Permisibles (LMP) de la actividad de fabricación de ladrillos

Parámetro	Tipo de combustible	LMP (mg/Nm ³)	Método de ensayo normalizado
Material particulado (PM)	Líquido	100	NTP 900.005. Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de materia particulada de fuentes estacionarias.
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Gas	2000	NTP 900.006. Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de Dióxido de Azufre en fuentes estacionarias.
Óxido de Nitrógeno (NO _x)	Gas	460	NTP 900.007. Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de Óxido de Nitrógeno en fuentes estacionarias.
Monóxido de Carbono (CO)	Gas	1445	NTP 900.010. Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de Monóxido de Carbono en fuentes estacionarias.

Fuente: MINAM, 2023.

Tabla 84.

Estándares de Calidad Ambiental para el Aire (ECA Aire)

Parámetros	Unidad	ECA Aire	Norma de referencia
PTS promedio 24h.	µg/m ³	200	United States Enviromental Protection Agency - EPA
Dióxido de Azufre (SO ₂) promedio 24h	µg/m ⁴	365	D.S. N° 074-2001-PCM
Dióxido de Nitrógeno (NO _x) promedio 1h	µg/m ⁵	200	
Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)	µg/m ⁶	30	D.S. N° 046-93-EM

Fuente: MINAM, 2023.

En la tabla 85 y 86, podemos apreciar los instrumentos que se utilizarán en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto, que consiste en el monitoreo de los parámetros y métodos de control de gases, y calidad del aire.

Tabla 85.

Instrumentos para el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto.

Parámetro	Método de análisis	Método de referencia	Rango	Equipo
Partículas	Gravimétrico	EPA-17	-	Isocinetico / Tecora ISO EF-R / Balanza Analítica
Temperatura	Termométrico	CTM-030-EPA	-40 - 1000 °C	-
Oxígeno	Electroquímico	CTM-030-EPA	0 - 25 %	Analizador de gases de combustión Testo 300 - I
Velocidad	Manométrico	2C-EPA	0 - 40 m/s	-

Fuente: MINAM, 2023. **Nota:** La calidad del aire circundante se mide tomando en cuenta la dirección del viento, instalando 2 muestreadores, 1 a favor del viento antes de la fuente generadora de contaminación que se está monitoreando denominado (Estación a Barlovento) y 1 denominado (Estación de Sotavento), instalado en posición opuesta a la fuente generadora, quedando esta entre ambas estaciones.

Tabla 86

Instrumentos para el monitoreo de la calidad del aire.

Denominación	Símbolo	Método de referencia	Nombre	Equipo
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	40 CFR Part 50 Appendix A/EPA-084.	Del Arsenito de Sodio	Bomba de vacío / Tren de muestreo
Dióxido de Azufre	SO ₂	40 CFR Part 50 Appendix A/EPA-097.	De Pararosanilina	Espectrofotómetro Spectronic 20 D+
Sulfuro de Hidrogeno	H ₂ S	Peter O Warner, Análisis de los Contaminantes del Aire, pag. 140-142	Colorimétrico del Azul de Metileno	-
Partículas Totales en Suspensión	PTS	40 CFR Part 50 Appendix B/EPA-802	Gravimétrico	Muestreador de alto volumen /Hi-Vol (Staplex)

Fuente: MINAM, 2023. **Nota:** En esta tabla se aprecian los instrumentos, mecanismos de atenuación y mitigación ambiental, que conciernen al Plan de Manejo Ambiental del proyecto..

CONCLUSIONES

Conclusión General

- Para evaluar la calidad de la materia prima arcilla, se utilizó los valores guía o especificaciones técnicas del Manual para la evaluación geológica – técnica de recursos minerales de construcción Walter Lorenz et al (2004) de Alemania y para evaluar la calidad del producto ladrillo Blocker, se utilizó dos Normas técnicas peruanas la NTP 331.017, Unidad de albañilería (2015) y la Norma E 070 Albañilería (2019). La composición mineralógica se obtuvo mediante el Análisis de Difracción de Rayos X; La composición química se obtuvo mediante el Análisis de Fluorescencia de Rayos X, Las propiedades físicas se obtuvo mediante el Análisis Granulométrico y los Límites de Atterberg. La calidad del producto ladrillo Blocker se evaluó mediante el Ensayo de Resistencia a la Compresión y Prueba de Absorción.

Para determinar la calidad de la materia prima arcilla en la concesión San Roque, se elaboró y muestreo seis calicatas, codificadas con las letras P, Q, R, S, T y U, de las seis muestras de suelo analizadas, tres calicatas resultaron arcillas, pero luego de evaluarlas se eligió dos calidades de arcilla, una que corresponde a la muestra P, que cumple con las especificaciones técnicas de calidad para utilizar en mezclas para elaborar ladrillos, la segunda corresponde a la muestra T, que no cumple con las especificaciones técnicas, composición mineralógica y química, porque de acuerdo a los análisis mineralógicos y químicos, se observó exceso de Calcita (CaCO_3) y Oxido de calcio (CaO); Seguidamente se diseñó siete mezclas para ladrillo codificados como M1, M2, M3, M4, M5, M6 y M7, dando lugar a siete ladrillos Blocker codificados como B1, B2, B3, B4, B5, B6 y B7, tres ladrillos Blocker utilizaron la arcilla P, tres la arcilla T y una con ambas arcillas; Los Blocker de arcilla P alcanzaron resistencias a la compresión promedio de 69.28 Kg/cm², 71.42 Kg/cm² y 68.99 Kg/cm² superior a la mínima de 50 Kg/cm² (4.9 MPa) y

absorción promedio de 15% inferior al máximo de 20%; el resto de Blocker no llego a la compresión mínima. Por todas estas características la calidad de arcilla P de la concesión San Roque si es factible para la fabricación de ladrillos.

Conclusiones Específicas

- Para determinar los constituyentes minerales de las seis muestras de suelo codificadas con las letras P, Q, R, S, T y U; Se utilizó los rangos de composición mineralógica media de masa arcillosa del Manual para la evaluación geológica – técnica de recursos minerales de construcción de Walter Lorenz et al. (2004) de Alemania y los valores de resultados de composición mineralógica obtenidos por análisis de difracción de rayos X; Con estos resultados se diferenció dos grupos de muestras con característica similares, el primero conformada por tres muestras P, S y T y el segundo por tres muestras Q, R y U; El grupo de interés de estudio está conformado por las muestras P, S y T, que está compuesto por minerales característicos de arcilla como Caolinita: 0.5%, Illita: 0.4%, Cuarzo: 23%, Feldespato: 50% y Calcita 14%; Los valores de Caolinita están dentro del rango de composición mineralógica media; Pero los valores de Illita y Cuarzo están por debajo de rango de composición media; El Feldespato y Calcita excede el rango máximo de composición media. Por estas características de constituyentes minerales en el primer grupo de muestras, de cinco minerales principales, únicamente la Caolinita está en el rango de composición mineralógica media; Esta constitución de minerales del primer grupo de muestras de arcilla de la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco no es factible para la fabricación de ladrillos.
- Para determinar la composición química de las seis muestras de suelo P,Q,R,S,T y U, se utilizó los rangos de composición química media de masa arcillosa del Manual para la evaluación geológica – técnica de recursos minerales de construcción, Walter Lorenz et al. (2004) Alemania y los valores de composición

química por análisis por fluorescencia de rayos X; Con los resultados se diferenciaron dos grupos de muestras con características similares; el primer grupo conformado por las muestras P, S y T y el segundo grupo conformado por las muestras Q, R y S; El grupo de interés para este estudio está conformado por las muestras P, S y T, que cuentan con los componentes químicos característicos como: el dióxido de silicio o sílice SiO_2 : 54.4%, óxido de aluminio o alúmina Al_2O_3 : 14.6%, óxido de hierro Fe_2O_3 : 4.2%, óxido de calcio CaO : 12.3%, óxido de magnesio MgO : 6.3%, óxido de potasio K_2O : 3.7%; Los componentes químicos SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 y K_2O están dentro del rango de composición química media; Pero el CaO y MgO , excede el rango máximo de composición química media promedio; Pero cabe aclarar que en el grupo de muestras P, S y T, a su vez se diferenciaron dos subgrupos uno conformado por la muestra P y el otro grupo por las muestras S y T, este último subgrupo es su composición química excede el rango máximo de óxido de calcio CaO ; Por estas características la composición química de la muestra P por separado es factible para la fabricación de ladrillos en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco.

- Para determinar las propiedades físicas de las seis muestras de suelo P, Q, R, S, T y U, se utilizó las especificaciones técnicas del Manual para la evaluación geológica – técnica de recursos minerales de construcción Walter Lorenz et al. 2004 de Alemania y los valores de propiedades físicas de Granulometría y Límites de Atterberg de suelos de ensayos realizados utilizando las siguientes Normas Técnicas Peruanas NTP 339.128: 1999 Revisada el 2019 Suelos: Método de ensayo para el análisis granulométrico, NTP 339.129: 1999 Revisada el 2019 Suelos: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos y NTP 339. 134: 1999 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería con el Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS. Con la clasificación de suelos mediante el método SUCS de las seis

muestras mencionadas, se diferencia dos grupos de muestras la primera conformada por las muestras P, S y T que corresponden a Arcillas de baja plasticidad CL, el segundo grupo conformado por las muestras Q, R y U son Limos de baja plasticidad ML; Con respecto a los límites de Atterberg podemos complementar que el grupo de muestras de suelo P, S y T, cumplen las especificaciones técnicas de límite líquido: 24%, límite plástico: 15% e índice de plasticidad: 9%; Con estas propiedades físicas el grupo de muestras P, S y T, son factibles para la fabricación de ladrillos en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco.

- Una de las pruebas más representativas para determinar la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, fue la Resistencia a la Compresión, como se ve en los resultados. Para lo cual se fabricó siete ladrillos Blocker codificados como: B1, B2, B3, B4, B5, B6 y B7, se utilizó las especificaciones de la Clasificación de unidad de albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones, propuesta de la Norma E-070 Albañilería 2019 y resultados de resistencia a la compresión de ladrillos, realizados de acuerdo a la Norma Técnica Peruanas NTP 399.613: 2017: Método de muestreo no probabilístico y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería; Con los resultados de resistencia a la compresión de ladrillos Blocker obtenidos, se diferencia dos grupos de ladrillos, uno formado por los Blocker B1, B2 y B3, con resistencia a la compresión entre 68.99 – 71.42 Kg/cm² cumpliendo resistencia característica mínima de 4.9 MPa = 50 Kg/cm² de la Propuesta de Norma E-070, Albañilería, 2019; El segundo grupo conformado por los Blocker B4, B5, B6 y B7, con resistencia a la compresión entre 20.99 – 29.72 Kg/cm² que no alcanza la resistencia mínima característica de la Norma E-070, Albañilería. Con la resistencia a la compresión del grupo de ladrillos Blocker B1, B2 y B3, podemos

concluir que es factible la fabricación de ladrillos en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco.

- Para determinar la absorción por inmersión en agua fría por 24 horas, del producto Blocker, se utilizó siete ladrillos Blocker codificados como: B1, B2, B3, B4, B5, B6 y B7; Con las especificaciones técnicas complementarios de la Norma Técnica Peruana NTP 331.017: 2003, Revisada el 2015, Requisitos de ladrillos de arcilla usados en albañilería y la Norma Técnica Peruana NTP 399.613: 2017, Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería; Con los resultados de absorción de ladrillos obtenidos se diferencia dos grupos, los ladrillos Blocker B1, B2 y B3 con rango de absorción de 14 – 15%, el otro grupo de ladrillos Blocker B4, B5, B6 y B7 con rango de absorción de 16 – 18%; Ambos grupos cumplen el requisito máximo de absorción de 22%; Pero para casos de factibilidad se debe elegir el rango de menor absorción de agua, que corresponde al grupo de ladrillos Blocker B1, B2 y B3, con los cuales es factible la fabricación de ladrillos en la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco.

RECOMENDACIONES

- Para complementar esta investigación, se recomienda realizar estudios específicos de propiedades físicas de las arcillas, mediante el método de ensayo para el análisis hidrométrico y por tamizado de la porción que pasa el tamiz N° 10 o 2.00 mm, de suelos finos de la concesión San Roque de la comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco, para conocer el porcentaje exacto de limo y arcilla.
- Se recomienda profundizar estudios de este tipo en otras comunidades y zonas con potencial de recurso no metálico “arcilla”, para que las mismas comunidades o empresas privadas, puedan desarrollar proyectos transformativos y puedan generar trabajo e ingresos económicos a estas comunidades.
- De acuerdo a los resultados de esta investigación, se puede orientar el uso y empleo de la materia prima, no únicamente para fabricación de ladrillos, sino también otros productos como producción de porcelana a nivel industrial y regional, se debe ampliar los estudios de esta investigación para conocer su componentes mineralógicos, composición química y propiedades físicas.
- Promover una cultura de calidad difundiendo y aplicando los requisitos de calidad para unidades de albañilería (ladrillos de arcilla) del Reglamento Nacional de Construcción y Norma Técnica Peruana, durante la adquisición de ladrillos para la ejecución de obras públicas y privadas.
- También se debe implementar un ente fiscalizador que vele por la calidad de los materiales y productos de construcción como el ladrillo de arcilla, en vista que no todos los productos que se expenden en el mercado regional cumplen con los requisitos mínimos de calidad de acuerdo a las normas técnicas vigentes.

BIBLIOGRAFIA

1. Alata M. F. (2024). *Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio, Sicuani – Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil.
2. Anfalit. (2002). *Diagnóstico de la industria ladrillera nacional*. Bogotá: Camargo y Asociados Ingenieros Consultores.
3. Afanador García, N.; Ibarra Jaime, A. C. y López Durán, C. A. (2013). *Caracterización de arcillas empleadas en pasta cerámica para la elaboración de ladrillos en la zona de Ocaña, Norte de Santander*. Revista Épsilon (20), 101-119. <http://oaji.net/articles/2015/2065-1432479456.pdf>
4. Aceituno Huacani C. (2020). *Trucos y secretos de la praxis cuantitativa*. Libro electrónico disponible en la página: www.repalain.com.
5. Barranzuela Lescano J. (2014). *Proceso Productivo de los Ladrillos de Arcilla Producidos en la Región Piura*. Tesis de Título: Universidad de Piura, Perú. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1755>
6. Besoain, E. (1985). *Mineralogía de arcillas de suelos*. Costa Rica: IICA.
7. Bertran L, Hansen y Prabhakar M. Ghare. (1990) *Control de Calidad Teorías y Aplicaciones*. Ediciones DIAZ DE SANTOS, S. A.
8. Del Busto, A. (1991). *La arcilla aplicada en la industria de la construcción para la fabricación de ladrillos y acabados cerámicos*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
9. Díaz Valdivieso A. y Ramírez Carrión J. (2009). *Compendio de Rocas y Minerales Industriales en el Perú*. Boletín N° 19 Serie B, Geología Económica. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/224>

10. Evans J. R. y Lindsay W. M. (2015). *Administración y control de la calidad*. Novena Edición. Cengage Learning Editores. México, D.F.
11. Fernández H. P. (2024) *Planta ladrillera para la región Cusco – Proyecto de Prefactibilidad*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ingeniería Geológica, Minas y Metalurgia, Escuela profesional de Ing. Metalúrgica. Perú.
12. Flores Arenas A. (2011). *Caracterización de arcillas y preparación de pastas cerámicas para la fabricación de ladrillos en la ladrillera Mariscal Robledo S.A.* Tesis de Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6338>.
13. García, L. *Caracterización hidrométrica de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos cerámicos en Ocaña*, norte de Santander. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia. 2017.
14. García, F. (1995). *Proceso productivo y estudio estadístico de las propiedades de los ladrillos de arcilla de Piura*. Tesis de Título: Universidad de Piura, Perú. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI_199.pdf
15. Gordejuela, I. (2004). *Expansión por humedad de los productos cerámicos españoles*. España: Artículos Técnicos.
16. Hernández S. J. y Rodríguez. (2011). *Fundamentos de Gestión Empresarial. Enfoque basado en competencias*. Mc Graw Hill. México.
17. Huntington, WC, Ellison, DC, & Mickadeit, RE. (1987). *Building Construction: Materials and types of construction (3ª)*. Australia: John Wiley & Sons.
18. Juárez Badillo y Rico Rodríguez (2018). *Mecánica de suelos I, Fundamentos de la mecánica de suelos*. Limusa. México.

19. Jiménez, A., y Salazar, O. (2005). *Transferencia de tecnología a ladrilleras en Cholula elaborando un manual de capacitación y diseñando un horno para pruebas de laboratorio con capacidad para cocer veinte ladrillos de arcilla, para analizar y mejorar el proceso de producción*. Tesis de Título. Universidad de Las Américas, Puebla, México.
20. Kohl, A. y Bastián, K. (1975). *Tratado moderno de albañilería (2ª)*. Barcelona: José Montesó.
21. Ley 30224, (2014). *Ley que crea el Sistema Nacional para la Calidad y el Instituto Nacional de Calidad*
https://transparencia.produce.gob.pe/images/stories/Repositorio/transparencia/proyectos-de-inversion/niveles-de-servicio/2021/INACAL/NP/Ley_N_30224.pdf
22. Lorenz L & Gwosde W. (2004). *Manual para la evaluación geológica – técnica de recursos minerales de construcción*. Alemania. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe BGR.
23. Mamani Ruiz R. C. (2015). *Estudio y Evaluación de Formulación de Mezclas para la Obtención de Ladrillos de Arcilla en la ciudad del Cusco*. Tesis de grado: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA), Perú.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2918/MTmarurc048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Miranda J. J. (2014). *Gestión de Proyectos, Identificación – Formulación – Evaluación – Económica – Social – Ambiental*. MM Editores. Bogotá Colombia.
25. Martos I. (2022) *Variación de la resistencia a la compresión de los ladrillos, debido a los factores: materiales y procesos de fabricación, a partir de investigaciones realizadas en el Perú*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca – Perú. Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería Civil.

26. Norma Técnica Peruana NTP 339.127, Suelos. (1998). *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.*
27. Norma Técnica Peruana NTP 339.128, Suelos. (Revisada 09 de octubre de 2019). *Método de ensayo para el análisis granulométrico.*
28. Norma Técnica Peruana NTP 339.129, Suelos. (Revisada el 2019). *Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico e índice de plasticidad de suelos*
29. Norma Técnica Peruana NTP 399.633, (27 de diciembre de 2017). *Unidades de albañilería. Terminología y definiciones.*
30. Norma Técnica Peruana NTP 331.017, (revisada 11 de diciembre de 2015). *Unidades de albañilería. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos.*
31. Norma Técnica Peruana NTP 399.613, (27 de diciembre de 2017). *Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.*
32. Ochoa, N. (2018) *Elaboración de ladrillos de barro cocido, estabilizados con arena cuarzo – feldespática.* Tesis de título. Universidad de San Carlos de Guatemala. Escuela de Ingeniería Civil.
33. Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial. (1970). *Establecimiento de industrias de ladrillos y tejas en los países en desarrollo.* New York: Naciones Unidas.
34. Reglamento Nacional de Edificaciones. (2020). *Norma E.070, Albañilería.* URL: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>.

35. Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). *Norma E.070, Albañilería*.
URL: <https://www.yumpu.com/es/document/read/62245679/norma-e-070-mv-2006>
36. Rivera R. (2015). *Evaluación de la calidad de ladrillos de arcilla de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones producidos en la ciudad del Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil.
37. Robusté, E. (1969). *Técnica y práctica de la industria ladrillera (5ª)*. Barcelona: CEAC.
38. Soto G. y Sánchez L. (2017). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión, absorción y dimensionamiento del ladrillo Rafon producido en Quimistan, Chamelecón y Florida, Honduras*. Revista Innovare Ciencia y Tecnología. DOI: <https://doi.org/10.5377/innovare.v6i1.4948>.
39. Zuloaga C. (2016) *Caracterización térmica, química y mineralógica de un tipo de arcilla roja propia de la región andina colombiana, empleada para la producción de ladrillos para construcción*. Universidad de Antioquia. Medellín Colombia. Ingeniería de Materiales.

ANEXOS

a) Matriz de consistencia.

Tabla 87

Matriz de consistencia.

Título	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Metodología
Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco 2017.	<p>Problema General: ¿Cuál es la calidad de arcilla, factible para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco 2017?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los constituyentes minerales de la arcilla, factibles para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017? ¿Cuál es la composición química de la arcilla, factible para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017? ¿Cuáles son las propiedades físicas de la arcilla, factibles para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017? 	<p>Objetivo General: Determinar la calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta - Anta – Cusco 2017.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar los constituyentes minerales de la arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017. Determinar la composición química de la arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017. Determinar las propiedades físicas de la arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017. 	<p>Hipótesis General: Mediante el control de calidad de arcilla se podrá conocer la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad, Mosocllacta - Anta – Cusco 2017.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> Los constituyentes minerales de la arcilla permitirán saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017. La composición química de la arcilla permitirá saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017. Las propiedades físicas de la arcilla permitirán saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017. 	<p>Variable independiente (X): Control de calidad de arcilla</p>	<ul style="list-style-type: none"> Constituyentes minerales. Composición química. Propiedades físicas de la arcilla. Resistencia a la compresión. Absorción por inmersión en agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de difracción de rayos X. Análisis de fluorescencia de rayos X. Análisis granulométrico. Ensayo de Límite líquido. Ensayo de Límite plástico. Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillo. Prueba de absorción por inmersión en agua de ladrillo.

<p>4. ¿Cuál es la resistencia a la compresión de ladrillo, factible para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco 2017?</p> <p>5. ¿Cuál es el porcentaje de absorción por inmersión en agua por 24 h del ladrillo, factible para fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco 2017?</p>	<p>4. Determinar la resistencia a la compresión de ladrillo y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017.</p> <p>5. Determinar el porcentaje de absorción por inmersión en agua por 24 h de ladrillo y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco 2017.</p>	<p>4. La resistencia a la compresión de ladrillo permitirá saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta - Anta - Cusco 2017.</p> <p>5. El porcentaje de absorción por inmersión en agua por 24 h permitirá saber la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque comunidad de Mosocllacta – Anta – Cusco 2017.</p>	<p>Variable dependiente (Y): Factibilidad de fabricación de ladrillos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manual para la evaluación geológica – técnica de recursos minerales de construcción, Alemania, 2004. • Norma Técnica Peruana NTP 331.017. (2015) Unidad de Albañilería. Requisitos. • NTP 399.613. (2017) Albañilería. Muestreo y Ensayos de ladrillos de arcilla • Propuesta Norma E-070, (2019) Albañilería. <p>• Nivel Explicativo</p>
--	--	--	---

Nota: Elaboración propia

b) Instrumentos de recolección de información

- *Informe de ensayo de difracción de rayos x.*
- *Informe de ensayo de fluorescencia de rayos x.*
- *Ensayos de sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).*
- *Ensayos de Análisis Termogravimétrico – TGA.*
- *Ensayos de estabilidad de pulpa arcillosa (Densidad relativa, ensayo de pH, velocidad de sedimentación y viscosimetría).*
- *Ensayo de compresión simple en prismas de albañilería.*
- *Ensayo de absorción de ladrillos de arcilla.*
- *Ensayo de variabilidad dimensional de ladrillos de arcilla.*
- *Ensayo de medida de alabeo de ladrillos de arcilla.*
- *Ensayo de porcentaje de vacíos de ladrillos de arcilla.*

c) Otros

- *Registro fotográfico.*



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22166-20

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR DIFRACCION DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCION: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERISTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSAS DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Martes, 07 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
MUESTRA P
Este: 806574 Norte: 8511398 Cota: 3408..

PROCEDENCIA CONCESIÓN “SAN ROQUE” COMUNIDAD
CAMPESENA DE MOSOCLLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

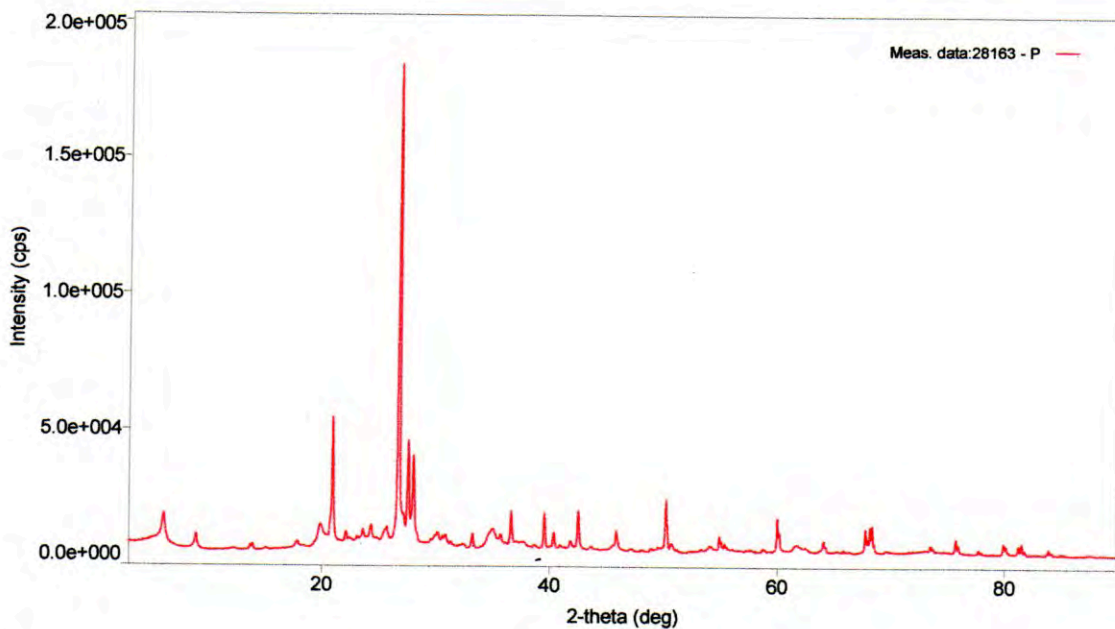
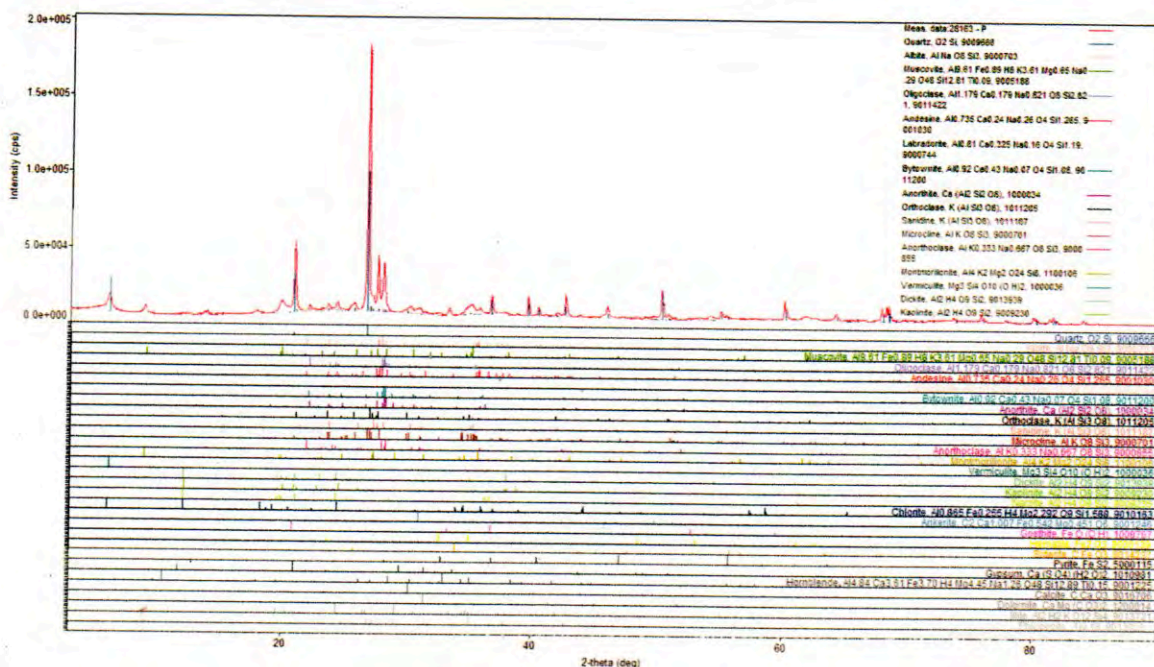
CÓDIGO DE MUESTRA 28163

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22166-20





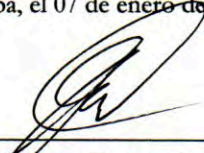
INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22166-20

N°	COMPUESTO	(%)
01	Quartz	27.96
02	Albite	1.3
03	Muscovite	1
04	Oligoclase	3.61
05	Andesine	0.61
06	Labradorite	49.01
07	Bytownite	0.4
08	Anorthite	0.64
09	Orthoclase	3.91
10	Sanidine	0.21
11	Microcline	0.3
12	Anorthoclase	0.5
13	Montmorillonite	0.21
14	Vermiculite	1.57
15	Dickite	2.2
16	Kaolinite	0.29
17	Nacrite	0.21
18	Chlorite	0.45
19	Ankerite	0.7
20	Goethite	0.26
21	Hematite	0.02
22	Siderite	0.07
23	Pyrite	0.02
24	Gypsum	0.07
25	Hornblende	0.04
26	Calcite	0.12
27	Dolomite	0.08
28	Illite	0.7
29	Phlogopite	0.77
30	Biotite	2.77

Emitido en Arequipa, el 07 de enero de 2020

Página 3 de 3


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE:	22167-20
CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE ABAD DEL CUSCO.
DIRECCIÓN:	Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.
ENSAYO SOLICITADO:	ANÁLISIS POR DIFRACCION DE RAYOS X
PRODUCTO	TIERRA ARCILLOSA
CANTIDAD DE MUESTRA	01
FECHA DE RECEPCION:	Jueves, 12 de diciembre de 2019
CARACTERISTICAS Y CONDICIONES:	BOLSA DE PLÁSTICO.
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS:	Martes, 07 de enero de 2020
REFERENCIA	MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE MUESTRA Q Este: 806676 Norte: 8511370 Cota: 3408..
PROCEDENCIA	CONCESIÓN “SAN ROQUE” COMUNIDAD CAMPESINA DE MOSOCLLACTA. DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO.
CÓDIGO DE MUESTRA	28164

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



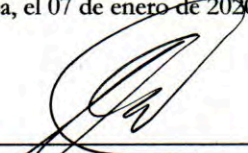
INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22167-20

N°	COMPUESTO	(%)
01	Quartz	13.2
02	Albite	30.8
03	Oligoclase	0.58
04	Andesine	0.1
05	Labradorite	0.05
06	Bytownite	0.09
07	Anorthite	51.27
08	Orthoclase	0.07
09	Sanidine	0.08
10	Microcline	0.18
11	Anorthoclase	0.09
12	Montmorillonite	0.11
13	Vermiculite	0.33
14	Dickite	0.17
15	Kaolinite	0.13
16	Nacrite	0.04
17	Chlorite	0.07
18	Ankerite	0.02
19	Goethite	0.01
20	Hematite	0.03
21	Siderite	0.08
22	Pyrite	0.03
23	Gypsum	0.01
24	Hornblende	0.01
25	Calcite	0.03
26	Dolomite	0.07
27	Illite	1.94
28	Muscovite	0.12
29	Phlogopite	0.12
30	Biotite	0.17

Emitido en Arequipa, el 07 de enero de 2020

Página 3 de 3


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22168-20

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR DIFRACCION DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCION: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERISTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSA DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Martes, 07 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

MUESTRA R
Este: 806695 Norte: 8511326 Cota: 3408.

PROCEDENCIA CONCESIÓN “SAN ROQUE” COMUNIDAD
CAMPESSINA DE MOSOCLLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

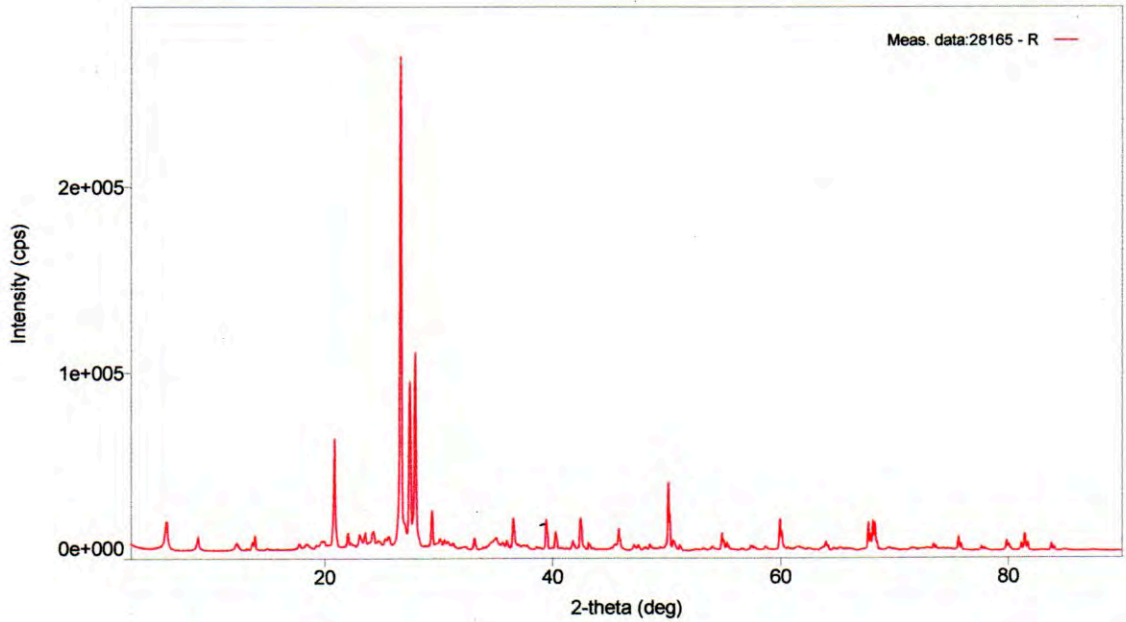
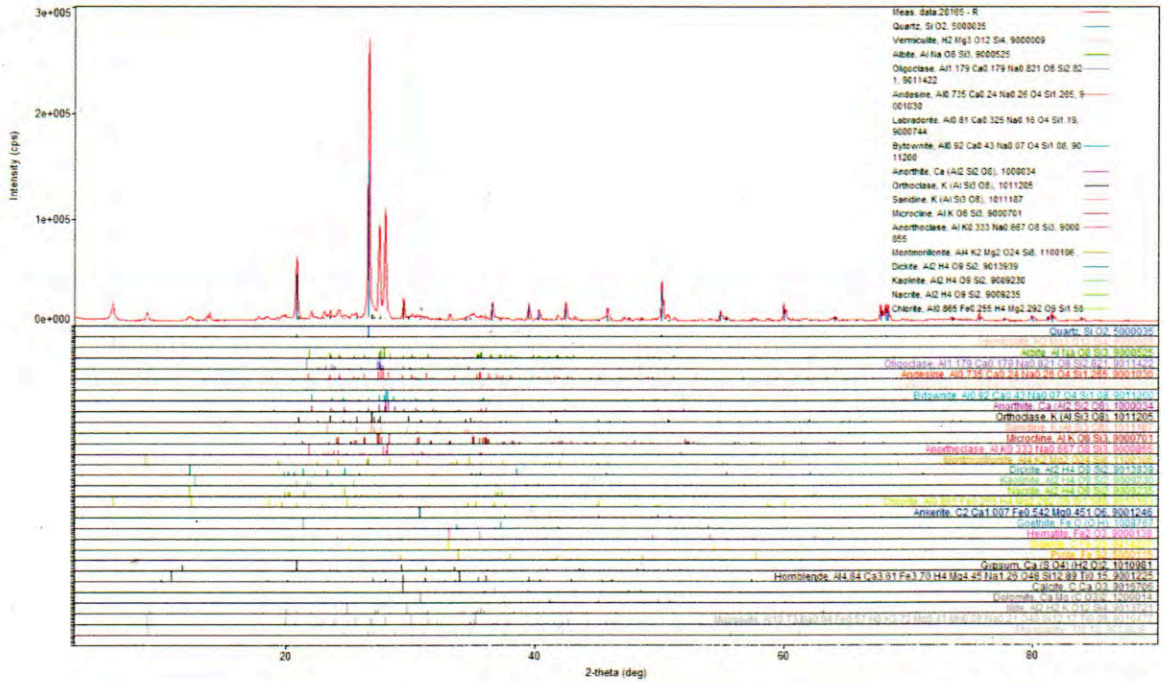
CÓDIGO DE MUESTRA 28165

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22168-20





INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22168-20

N°	COMPUESTO	(%)
	Quartz	59.05
	Vermiculite	1.74
	Albite	1.9
	Oligoclase	0.9
	Andesine	0.9
	Labradorite	0.6
	Bytownite	0.16
	Anorthite	0.48
	Orthoclase	8.88
	Sanidine	0.4
	Microcline	0.16
	Anorthoclase	0.15
	Montmorillonite	0.8
	Dickite	0.29
	Kaolinite	0.7
	Nacrite	0.9
	Chlorite	0.4
	Ankerite	0.8
	Goethite	0.03
	Hematite	1
	Siderite	0.16
	Pyrite	0.7
	Gypsum	0.08
	Hornblende	0.2
	Calcite	5.59
	Dolomite	0.6
	Illite	0.5
	Muscovite	3.3
	Phlogopite	8.59
	Biotite	0.04

Emitido en Arequipa, el 07 de enero de 2020

Juan Reyes Larico
Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348



Ruth Begazo
Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Página 3 de 3



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22169-20

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR DIFRACCION DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCION: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERISTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSA DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Martes, 07 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

MUESTRA S
Este: 806435 Norte: 8511376 Cota: 3363.

PROCEDENCIA CONCESIÓN "SAN ROQUE" COMUNIDAD
CAMPESENA DE MOSOCLLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

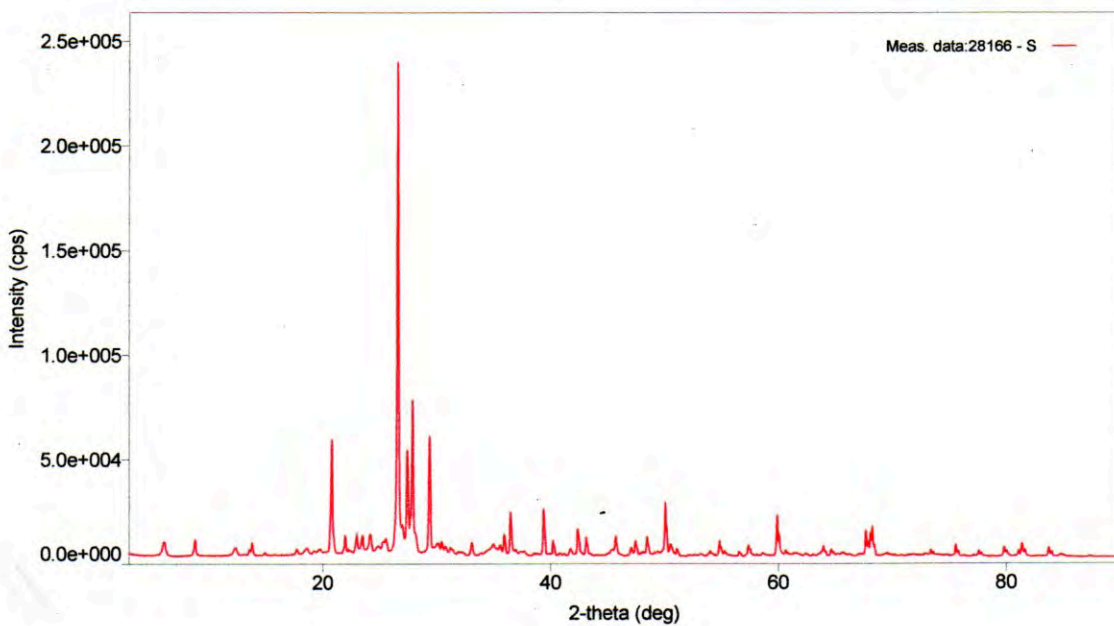
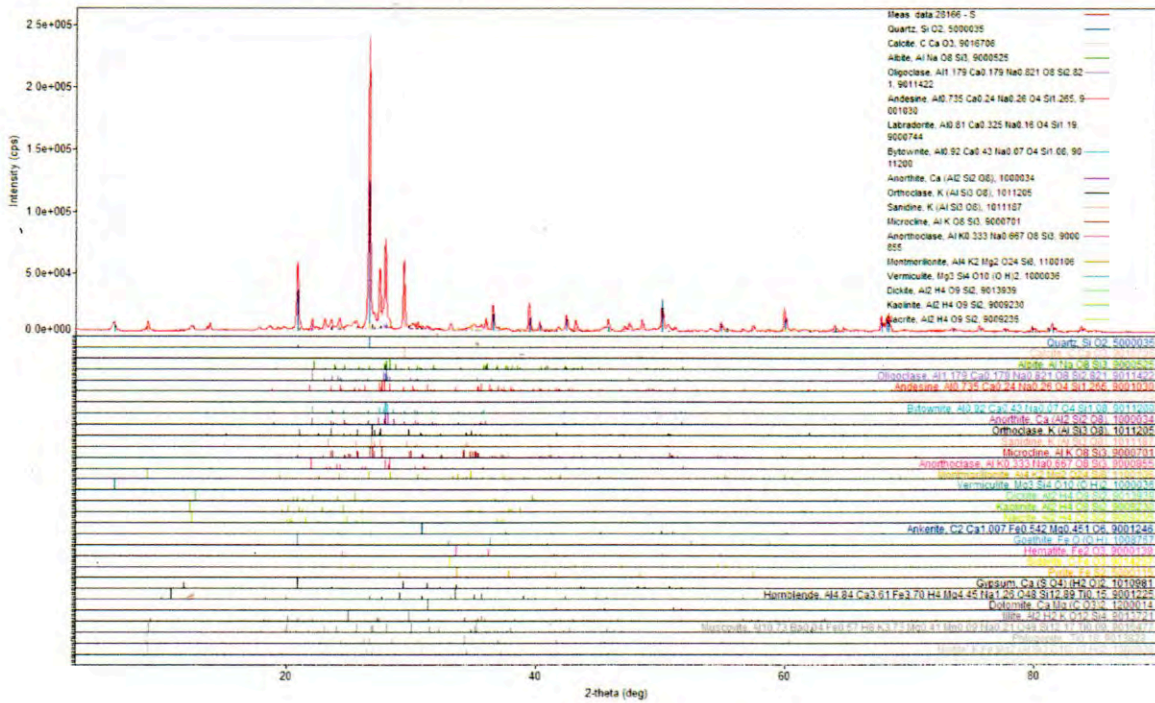
CÓDIGO DE MUESTRA 28166

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22169-20





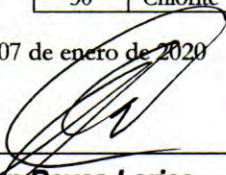
INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22169-20

N°	COMPUESTO	(%)
01	Quartz	26.8
02	Calcite	10.1
03	Albite	0.28
04	Oligoclase	4.5
05	Andesine	0.69
06	Labradorite	38.6
07	Bytownite	0.38
08	Anorthite	0.34
09	Orthoclase	3.4
10	Sanidine	0.4
11	Microcline	0.56
12	Anorthoclase	1.9
13	Montmorillonite	6.1
14	Vermiculite	0.2
15	Dickite	0.78
16	Kaolinite	0.82
17	Nacrite	0.14
18	Ankerite	0.24
19	Goethite	0.06
20	Hematite	0.09
21	Siderite	0.08
22	Pyrite	0.11
23	Gypsum	0.16
24	Hornblende	0.04
25	Dolomite	0.11
26	Illite	0.4
27	Muscovite	1.17
28	Phlogopite	0.47
29	Biotite	0.41
30	Chlorite	0.67

Emitido en Arequipa, el 07 de enero de 2020

Página 3 de 3


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22170-20

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCIÓN: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERÍSTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSA DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Lunes, 06 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

MUESTRA T
Este: 806492 Norte: 8511169 Cota: 3356.

PROCEDENCIA CONCESIÓN "SAN ROQUE" COMUNIDAD
CAMPESENA DE MOSOCLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

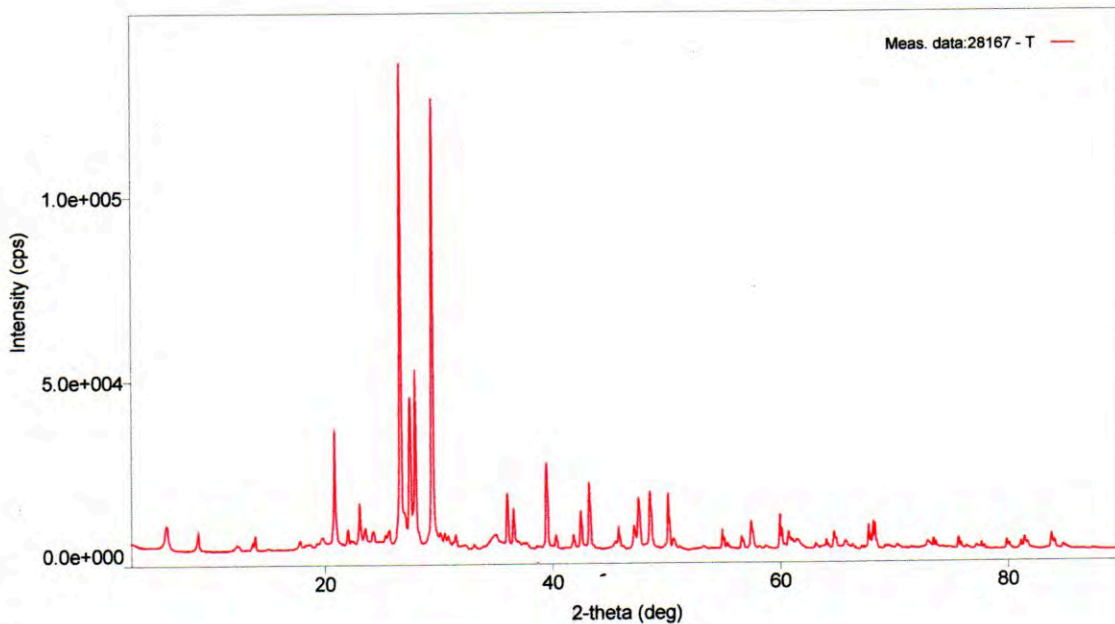
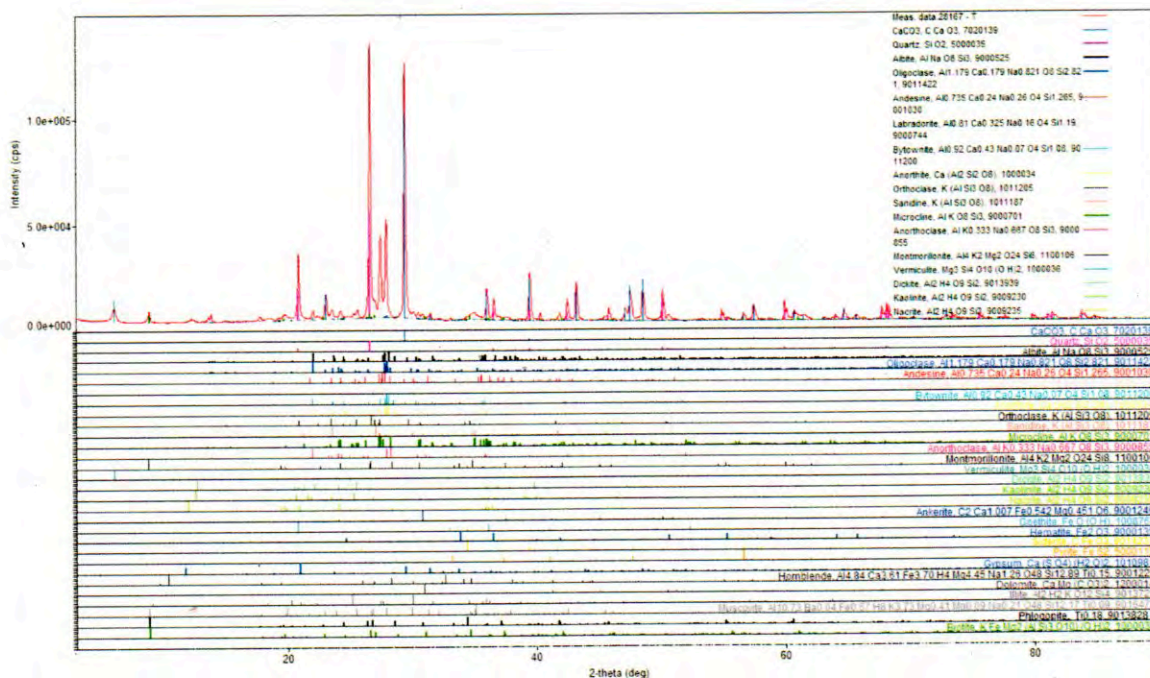
CÓDIGO DE MUESTRA 28167

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22170-20





INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22170-20

N°	COMPUESTO	(%)
01	CaCO ₃	30.7
02	Quartz	14.8
03	Albite	0.2
04	Oligoclase	1.1
05	Andesine	0.2
06	Labradorite	37.9
07	Bytownite	0.51
08	Anorthite	0.14
09	Orthoclase	0.31
10	Sanidine	0.96
11	Microcline	0.12
12	Anorthoclase	0.2
13	Montmorillonite	0.15
14	Vermiculite	0.51
15	Dickite	0.17
16	Kaolinite	0.27
17	Nacrite	1.2
18	Ankerite	0.17
19	Goethite	0.03
20	Hematite	0.1
21	Siderite	0.1
22	Pyrite	0.12
23	Gypsum	0.1
24	Hornblende	0.01
25	Dolomite	0.12
26	Illite	0.09
27	Muscovite	0.53
28	Phlogopite	0.31
29	Biotite(%)	2.65
30	Chlorite	6.23

Emitido en Arequipa, el 07 de enero de 2020


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Página 3 de 3



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22171-20

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR DIFRACCION DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCION: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERISTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSA DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Lunes, 06 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

MUESTRA U
Este: 806523 Norte: 8511049 Cota: 3345.

PROCEDENCIA CONCESIÓN "SAN ROQUE" COMUNIDAD
CAMPESENA DE MOSOCLLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

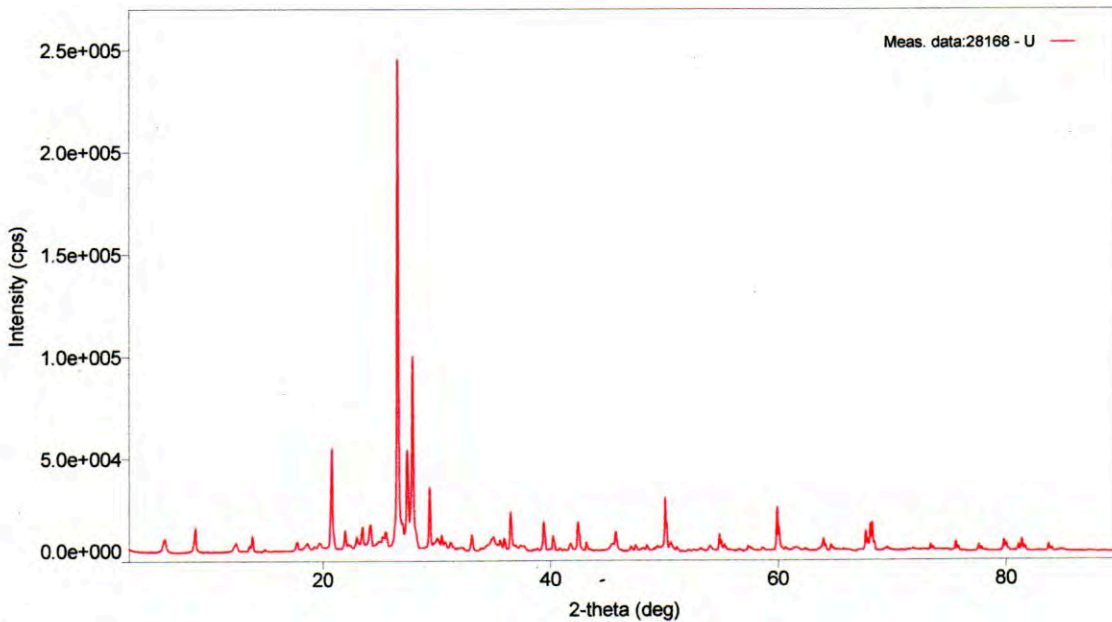
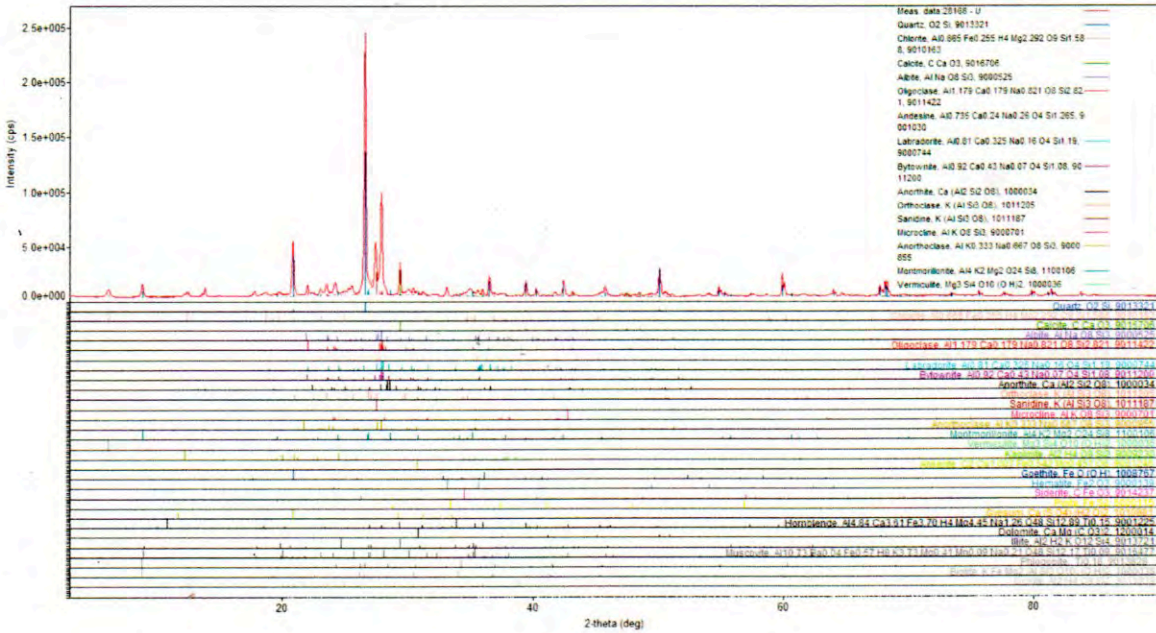
CÓDIGO DE MUESTRA 28168

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22171-20





INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22171-20

N°	COMPUESTO	(%)
01	Quartz	36.79
02	Chlorite	8.72
03	Calcite	5.9
04	Albite	1
05	Oligoclase	4.5
06	Andesine	1.9
07	Labradorite	1
08	Bytownite	0.43
09	Anorthite	0.21
10	Orthoclase	1.4
11	Sanidine	22.4
12	Microcline	0.65
13	Anorthoclase	0.4
14	Montmorillonite	10.5
15	Vermiculite	0.16
16	Kaolinite	0.06
17	Ankerite	0.09
18	Goethite	0.04
19	Hematite	0.22
20	Siderite	0.1
21	Pyrite	0.13
22	Gypsum	0.05
23	Hornblende	0.14
24	Dolomite	0.1
25	Illite	0.64
26	Muscovite	0.8
27	Phlogopite	0.79
28	Biotite	0.72
29	Dickite	0.1
30	Nacrite	0.06

Emitido en Arequipa, el 07 de enero de 2020

Página 3 de 3

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348



Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22155-19

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCION: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERISTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSA DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Lunes, 06 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
MUESTRA P
Este: 806574 Norte: 8511398 Cota: 3408..

PROCEDENCIA CONCESIÓN “SAN ROQUE” COMUNIDAD
CAMPELINA DE MOSOCLLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

CÓDIGO DE MUESTRA 28163

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



INFORME DE ENSAYOS

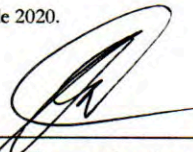
REPORTE N°: 22155-19

Concentración de muestra: Celulosa de papel periódico

ELEMENTO	CONCENTRACIÓN (%)
Cl	0.0237
SiO ₂	59.0
Al ₂ O ₃	18.6
Fe ₂ O ₃	5.25
MgO	4.73
K ₂ O	4.33
CaO	1.18
TiO ₂	0.941
SO ₃	0.134
MnO	0.132
Sc ₂ O ₃	0.0865
V ₂ O ₅	0.0623
ZrO ₂	0.0486
Co ₂ O ₃	0.0455
BaO	0.0449
Cr ₂ O ₃	0.0357
NiO	0.0297
CuO	0.0202
Rb ₂ O	0.0152
ZnO	0.0148
SrO	0.0127
PbO	0.0056
Y ₂ O ₃	0.0055
SnO ₂	0.0013
MoO ₃	0.0009
As ₂ O ₃	0.0008
Ag ₂ O	(0.0002)

Emitido en Arequipa, 06 de enero de 2020.

Página 2 de 2


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22156-19

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCION: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERISTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSA DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Lunes, 06 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

MUESTRA Q
Este: 806676 Norte: 8511370 Cota: 3408..

PROCEDENCIA CONCESIÓN “SAN ROQUE” COMUNIDAD
CAMPESENA DE MOSOCLLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

CÓDIGO DE MUESTRA 28164

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



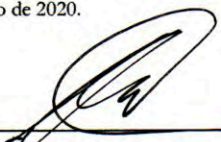
INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22156-19

Concentración de muestra: Celulosa de papel periódico	
ELEMENTO	CONCENTRACIÓN (%)
Cl	0.0343
SiO ₂	68.1
Al ₂ O ₃	13.4
MgO	7.30
K ₂ O	3.86
Fe ₂ O ₃	3.18
TiO ₂	0.995
CaO	0.829
P ₂ O ₂	0.420
SO ₃	0.157
ZrO ₂	0.0732
MnO	0.0590
V ₂ O ₅	0.0573
BaO	0.0400
Cr ₂ O ₃	0.0355
Co ₂ O ₃	0.0326
NiO	0.0258
CuO	0.0145
Rb ₂ O	0.0102
ZnO	0.0093
SrO	0.0075
Y ₂ O ₃	0.0050
PbO	0.0038
CdO	0.0015
SnO ₂	0.0014
Ag ₂ O	0.0004
As ₂ O ₃	(0.0001)

Emitido en Arequipa, 06 de enero de 2020.

Página 2 de 2


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22157-19

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCION: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERISTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSA DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Lunes, 06 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

MUESTRA R
Este: 806695 Norte: 8511326 Cota: 3408.

PROCEDENCIA CONCESIÓN "SAN ROQUE" COMUNIDAD
CAMPELINA DE MOSOCLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

CÓDIGO DE MUESTRA 28165

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



INFORME DE ENSAYOS

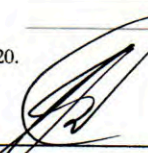
REPORTE N°: 22157-19

Concentración de muestra: Celulosa de papel periódico

ELEMENTO	CONCENTRACIÓN (%)
Cl	0.0338
SiO ₂	64.5
Al ₂ O ₃	15.6
MgO	8.07
CaO	4.82
K ₂ O	4.24
Fe ₂ O ₃	4.05
TiO ₂	1.01
Sc ₂ O ₃	0.182
SO ₃	0.179
MnO	0.108
V ₂ O ₅	0.0714
ZrO ₂	0.0625
Cr ₂ O ₃	0.0390
BaO	0.0379
Co ₂ O ₃	0.0352
NiO	0.0304
CuO	0.0199
Rb ₂ O	0.0124
ZnO	0.0121
SrO	0.0073
Y ₂ O ₃	0.0052
PbO	0.0040
CdO	0.0019
SnO ₂	0.0017
Ag ₂ O	0.0008
As ₂ O ₃	0.0004

Emitido en Arequipa, 06 de enero de 2020.

Página 2 de 2


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22158-19

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCION: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERISTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSA DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Lunes, 06 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

MUESTRA S
Este: 806435 Norte: 8511376 Cota: 3363.

PROCEDENCIA CONCESIÓN “SAN ROQUE” COMUNIDAD
CAMPESENA DE MOSOCLLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

CÓDIGO DE MUESTRA 28166

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV




INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 22158-19

Concentración de muestra: Celulosa de papel periódico	
ELEMENTO	CONCENTRACIÓN (%)
Cl	0.0343
SiO ₂	60.5
Al ₂ O ₃	13.7
CaO	10.4
MgO	8.32
K ₂ O	3.75
Fe ₂ O ₃	3.62
TiO ₂	1.02
Sc ₂ O ₃	0.367
SO ₃	0.224
MnO	0.122
V ₂ O ₅	0.0794
ZrO ₂	0.0720
Cr ₂ O ₃	0.0403
BaO	0.0373
Co ₂ O ₃	0.0321
NiO	0.0293
CuO	0.0161
ZnO	0.0111
SrO	0.0101
Rb ₂ O	0.0100
Y ₂ O ₃	0.0056
As ₂ O ₃	0.0026
CdO	0.0017
SnO ₂	0.0017
Ag ₂ O	0.0006

Emitido en Arequipa, 06 de enero de 2020.

Página 2 de 2


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22159-19

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCION: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERISTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSA DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Lunes, 06 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
MUESTRA T
Este: 806492 Norte: 8511169 Cota: 3356.

PROCEDENCIA CONCESIÓN "SAN ROQUE" COMUNIDAD
CAMPESENA DE MOSOCLLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

CÓDIGO DE MUESTRA 28167

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



INFORME DE ENSAYOS


REPORTE N°: 22159-19

Concentración de muestra: Celulosa de papel periódico

ELEMENTO	CONCENTRACIÓN (%)
Cl	0.0393
SiO ₂	43.7
CaO	25.3
Al ₂ O ₃	11.4
MgO	5.74
Fe ₂ O ₃	3.84
K ₂ O	3.06
Sc ₂ O ₃	1.06
TiO ₂	0.794
SO ₃	0.263
MnO	0.112
V ₂ O ₅	0.0946
Cr ₂ O ₃	0.0456
ZrO ₂	0.0412
NiO	0.0331
BaO	0.0299
Co ₂ O ₃	0.0273
SrO	0.0235
CuO	0.0202
ZnO	0.0138
Rb ₂ O	0.0100
Y ₂ O ₃	0.0048
PbO	0.0039
SnO ₂	0.0019
CdO	0.0018
As ₂ O ₃	0.0016
Ag ₂ O	0.0006
MoO ₃	(0.0005)

Emitido en Arequipa, 06 de enero de 2020

Página 2 de 2


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



INFORME DE ENSAYOS

N° DE REPORTE: 22160-19

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO DE
ABAD DEL CUSCO.

DIRECCIÓN: Av. DE LA CULTURA N° 733 CUSCO.

ENSAYO SOLICITADO: ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

PRODUCTO TIERRA ARCILLOSA

CANTIDAD DE MUESTRA 01

FECHA DE RECEPCION: Jueves, 12 de diciembre de 2019

**CARACTERISTICAS Y
CONDICIONES:** BOLSA DE PLÁSTICO.

**FECHA DE ENTREGA DE
RESULTADOS:** Lunes, 06 de enero de 2020

REFERENCIA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

MUESTRA U
Este: 806523 Norte: 8511049 Cota: 3345.

PROCEDENCIA CONCESIÓN “SAN ROQUE” COMUNIDAD
CAMPESENA DE MOSOCLACTA. DISTRITO DE
ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO
CUSCO.

CÓDIGO DE MUESTRA 28168

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV



INFORME DE ENSAYOS

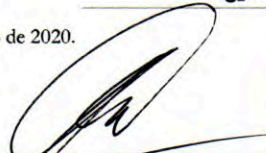
REPORTE N°: 22160-19

Concentración de muestra: Celulosa de papel periódico

ELEMENTO	CONCENTRACIÓN (%)
Cl	0.0398
SiO ₂	65.0
Al ₂ O ₃	15.5
MgO	8.84
CaO	5.19
Fe ₂ O ₃	4.70
K ₂ O	4.30
TiO ₂	1.07
Sc ₂ O ₃	0.211
SO ₃	0.195
MnO	0.0804
V ₂ O ₅	0.0773
ZrO ₂	0.0605
BaO	0.0448
Cr ₂ O ₃	0.0377
Co ₂ O ₃	0.0360
NiO	0.0316
CuO	0.0169
ZnO	0.0129
Rb ₂ O	0.0129
SrO	0.0089
Y ₂ O ₃	0.0055
PbO	0.0044
CdO	0.0019
SnO ₂	0.0018
As ₂ O ₃	0.0008
Ag ₂ O	0.0006

Emitido en Arequipa, 06 de enero de 2020.

Página 2 de 2


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO,
NTP 339.127: 1998 (Revisada el 2019)**

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.

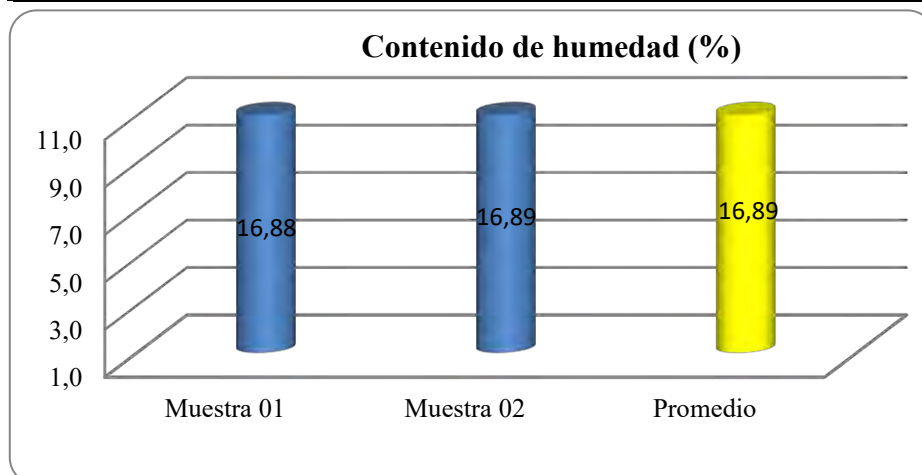
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha

Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.

Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 1 Muestra : P
N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

		P	
		Muestra 01	Muestra 02
Descripción	Unid	IG-01	1G-02
Peso tara	gr	19,225	19,105
Peso tara + muestra húmeda	gr	77,467	83,065
Peso tara + muestra seca	gr	69,055	73,821
Peso de la muestra húmeda	gr	58,24	63,96
Peso de la muestra seca	gr	49,83	54,72
Peso del agua	gr	8,41	9,24
Contenido de humedad	%	16,88	16,89
Promedio	%	16,89	



Ing. Edison Mattos Ojeda
Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP. 339.129: 1999 (Revisado el 2019)

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.

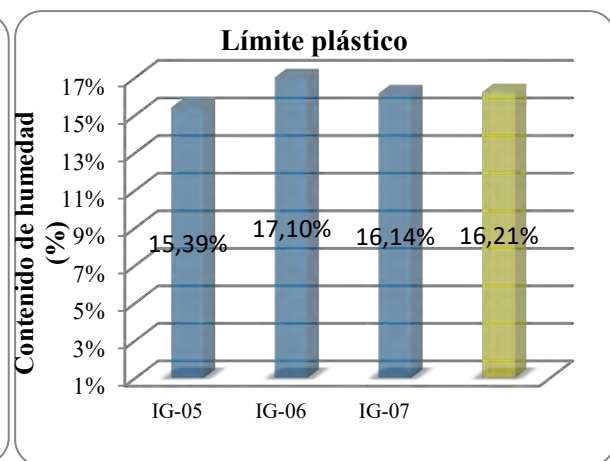
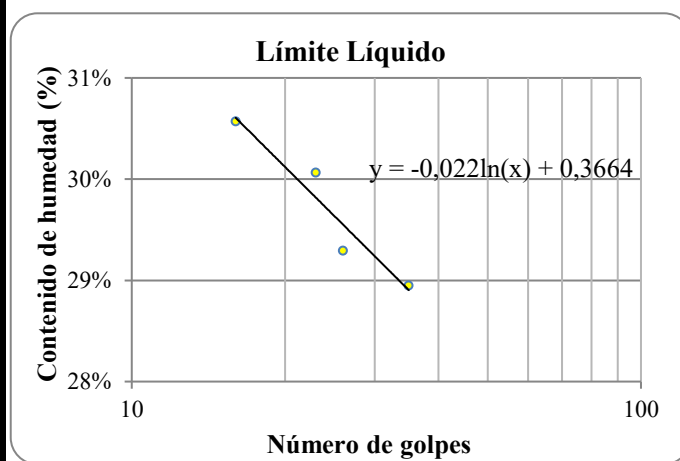
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha

Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.

Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 1 Muestra : P
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

Descripción	Unidad	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
		IG-01	IG-02	IG-03	IG-04	IG-05	IG-06	IG-07
Peso cápsula	g	19,23	19,11	19,20	19,20	19,22	19,12	19,09
Peso cápsula + muestra húmeda	g	39,10	32,17	37,65	33,56	27,45	26,35	26,45
Peso cápsula + muestra seca	g	34,45	29,15	33,47	30,33	26,35	25,30	25,42
Peso de muestra húmeda	g	19,88	13,07	18,45	14,36	8,23	7,23	7,35
Peso de muestra seca	g	15,22	10,05	14,27	11,13	7,13	6,17	6,33
Peso del agua	g	4,65	3,02	4,18	3,22	1,10	1,06	1,02
Contenido de humedad		30,57%	30,06%	29,29%	28,95%	15,39%	17,10%	16,14%
Número de golpes		16	23	26	35	Promedio		16,21%



Límite Líquido (%)	29,71%	Índice de Plasticidad	IP
Límite Plástico (%)	16,21%	(%)	13,50%

Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS Y GEOTECNIA



METODO PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERIA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS, SUCS) NTP 339.134 199.

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 1 Muestra : P
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50m Potencia : 1.20 m

DATOS PARA CLASIFICACION	
De Granulometría	
% de gruesos	26,46%
% de finos	73,54%
Total	100,00%
% de grava	1,48%
% de arena	24,97%
Total	26,46%
FRACCIÓN GRUESA	
% GRAVA	5,60%
%ARENA	94,40%
Total	100,00%
Coefficientes	
Cu	0,00
Cc	0,00
De Límites de Consistencia	
LL	29,71%
LP	16,21%
IP	13,50%
Otros Datos	
Tipo	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACION DE SIMBOLOS DEGRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO			SIMBOLO	NOMBRE DE GRUPO			
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Mas del 50% es retenido en la malla N° 200	GRAVAS Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien gradada		
			$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal gradada		
		GRAVAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa		
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa		
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC-GM	Grava limosa arcillosa		
			Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien gradada con limo		
	SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200		Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW-GC	Grava bien gradada con arcilla	
				Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal gradada con limo	
				Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP-GC	Grava mal gradada con arcilla	
			ARENAS El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	ARENAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien gradada
					$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal gradada
					$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
		$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad		SC	Arena arcillosa		
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad		SC-SM	Arena limosa arcillosa		
		Cumple los criterios para SW y SM		SW-SM	Arena bien gradada con limo		
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200			Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW-SC	Arena bien gradada con arcilla		
			Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal gradada con limo		
			Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP-SC	Arena mal gradada con arcilla		
	SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	LIMOS Y ARCILLAS Limite liquido menor que 50%	Inorgánicos	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad	
				$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad	
				$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL-ML	Arcilla limosa	
Orgánicos				OL	Limo orgánico		
						Arcilla orgánica	
LIMOS Y ARCILLAS Limite liquido 50% o mayor		Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad		
	Orgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad			
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS				OH	Limo orgánico		
					Arcilla orgánica		
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba		

CLASIFICACIÓN SUCS

CL (ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA)

Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO,
NTP 339.127: 1998 (Revisada el 2019)**

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.

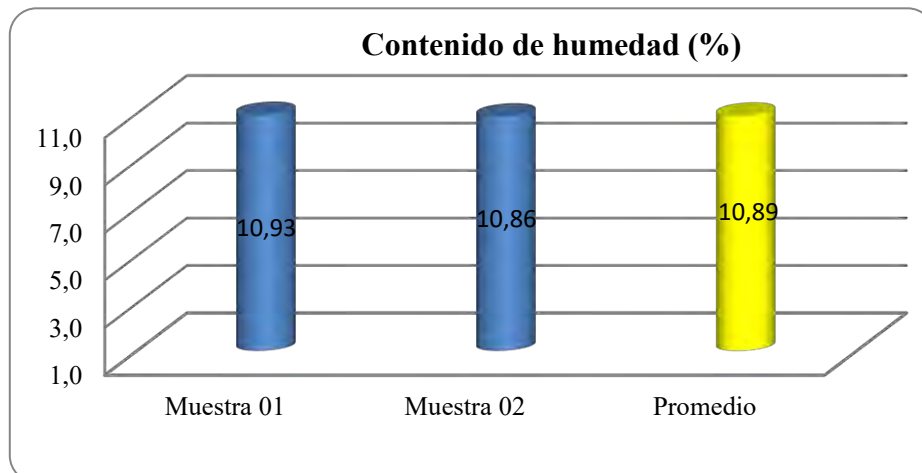
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha

Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.

Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 2 Muestra : Q
N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

		Q	
		Muestra 01	Muestra 02
Descripción	Unid	IG-03	1G-04
Peso tara	gr	19,197	19,199
Peso tara + muestra húmeda	gr	78,603	79,702
Peso tara + muestra seca	gr	72,75	73,775
Peso de la muestra húmeda	gr	59,41	60,50
Peso de la muestra seca	gr	53,55	54,58
Peso del agua	gr	5,85	5,93
Contenido de humedad	%	10,93	10,86
Promedio	%	10,89	




Ing. Edison Mattos Ojeda
Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140

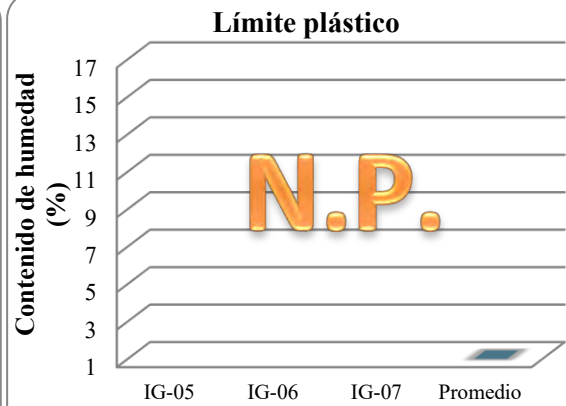
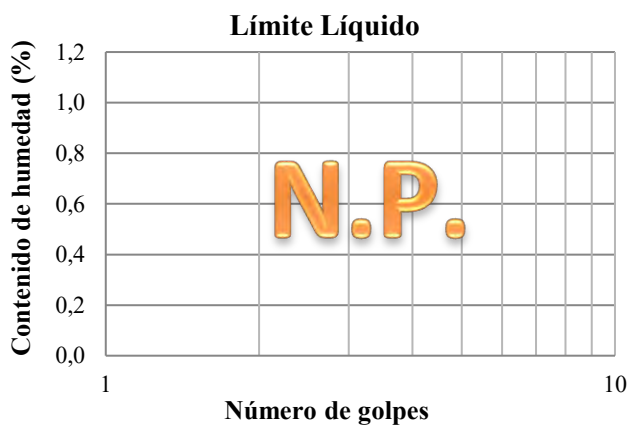


METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP. 339.129: 1999 (Revisado el 2019)

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 2 Muestra : Q
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

Descripción	Unidad	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
		IG-01	IG-02	IG-03	IG-04	IG-05	IG-06	IG-07
Peso cápsula	g							
Peso cápsula + muestra húmeda	g							
Peso cápsula + muestra seca	g							
Peso de muestra húmeda	g	N.P.				N.P.		
Peso de muestra seca	g							
Peso del agua	g							
Contenido de humedad	%							
Número de golpes						Promedio		



Límite Líquido (%)	NP	Índice de Plasticidad (%)	IP
Límite Plástico (%)	NP		NP

Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS Y GEOTECNIA



METODO PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERIA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS, SUCS) NTP 339.134: 1999.

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 2 Muestra : Q
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50m Potencia : 1.20 m

DATOS PARA CLASIFICACION	
De Granulometría	
% de gruesos	19,28%
% de finos	80,72%
Total	100,00%
% de grava	0,42%
% de arena	18,86%
Total	19,28%
FRACCIÓN GRUESA	
% GRAVA	2,17%
%ARENA	97,83%
Total	100,00%
Coefficientes	
Cu	0,00
Cc	0,00
De Límites de Consistencia	
LL	NP
LP	NP
IP	NP
Otros Datos	
Tipo	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACION DE SIMBOLOS DEGRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO			SIMBOLO	NOMBRE DE GRUPO		
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Mas del 50% es retenido en la malla N° 200	GRAVAS Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien gradada	
			$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal gradada	
		GRAVAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa	
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa	
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC-GM	Grava limosa arcillosa	
		GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien gradada con limo	
		Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW-GC	Grava bien gradada con arcilla		
		Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal gradada con limo		
		Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP-GC	Grava mal gradada con arcilla		
	ARENAS El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	ARENAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien gradada	
			$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal gradada	
		ARENAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa	
		$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa		
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC-SM	Arena limosa arcillosa		
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200		Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien gradada con limo		
	Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW-SC	Arena bien gradada con arcilla			
	Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal gradada con limo			
	Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP-SC	Arena mal gradada con arcilla			
SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	LIMOS Y ARCILLAS Limite liquido menor que 50%	Inorgánicos	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad	
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad	
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL-ML	Arcilla limosa	
	LIMOS Y ARCILLAS Limite liquido 50% o mayor	Orgánicos			OL	Limo orgánico Arcilla orgánica
		Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"		MH	Limo de alta plasticidad
			Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"		CH	Arcilla de alta plasticidad
	Orgánicos			OH	Limo orgánico Arcilla orgánica	
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba	

CLASIFICACIÓN SUCS

ML (LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA)

Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO,
NTP 339.127: 1998 (Revisada el 2019)**

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.

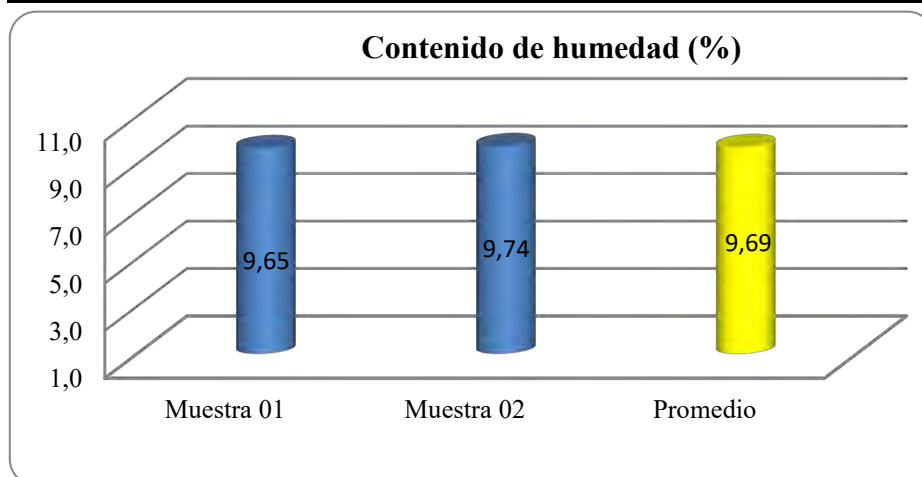
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha

Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.

Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 3 Muestra : R
N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

		R	
		Muestra 01	Muestra 02
Descripción	Unid	IG-01	1G-02
Peso tara	gr	19,225	19,105
Peso tara + muestra húmeda	gr	68,334	74,313
Peso tara + muestra seca	gr	64,012	69,415
Peso de la muestra húmeda	gr	49,11	55,21
Peso de la muestra seca	gr	44,79	50,31
Peso del agua	gr	4,32	4,90
Contenido de humedad	%	9,65	9,74
Promedio	%	9,69	




Ing. Edison Mattos Ojeda
Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339.128, 1999 (Revisada el 2019)

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.

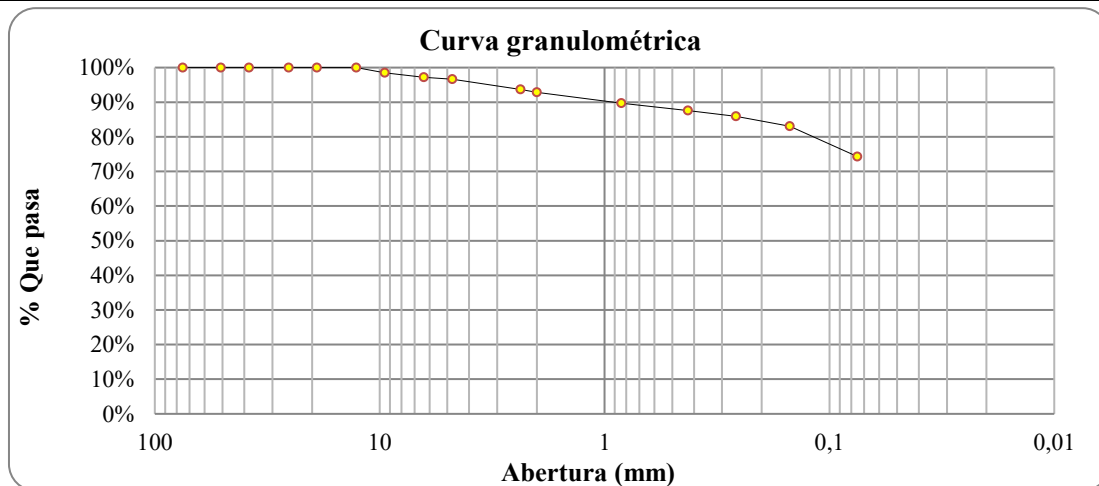
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha

Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.

Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 3 Muestra : R
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

Clasificación		Tamiz	Abertura (mm)	Peso reten (g)	Peso q pasa (g)	Retenido (%)	Reteni acum (%)	Que pasa (%)	CÁLCULOS Y REPORTE	
Grava	Gruesa	3"	75	0,00	242,76	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo seco (g) 906,98	
		2"	50,8	0,00	242,76	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo seco lavado (g) 242,76	
		1½"	38,1	0,00	242,76	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo lavado (g) 664,22	
		1"	25,4	0,00	242,76	0,00%	0,00%	100,0%	% error en peso 0,01%	
	Fina	3/4"	19	0,00	242,76	0,00%	0,00%	100,0%	RESUMEN GENERAL	
		1/2"	12,7	0,00	242,76	0,00%	0,00%	100,0%	% Suelos Gruesos	25,71%
		3/8"	9,5	13,686	229,08	1,51%	1,51%	98,5%	% Suelos Finos	74,29%
		1/4"	6,35	11,482	217,60	1,27%	2,77%	97,2%	Total	100,00%
FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS										
Arena	Gruesa	N° 8	2,36	27,036	185,15	2,98%	6,35%	93,6%	Grava, pasando 75mm, retenida en N°4	3,37%
		N° 10	2	7,039	178,11	0,78%	7,13%	92,9%	Arena, pasando la N°4, retenida en N°200	22,34%
	Media	N° 20	0,84	28,319	149,79	3,12%	10,25%	89,7%	Arena gruesa, pasando N°4, reten N°10	3,76%
		N° 40	0,425	19,218	130,57	2,12%	12,37%	87,6%	Arena media, pasando N°10, retenid N°40	5,24%
	Fina	N° 60	0,260	15,856	114,72	1,75%	14,12%	85,9%	Arena fina, pasando N°40, reten N°200	13,34%
		N° 100	0,150	25,713	89,00	2,84%	16,95%	83,0%	Limos y arcillas	74,29%
		N° 200	0,075	79,421	9,58	8,76%	25,71%	74,3%	Total	100,0%
Limos y Arcillas	Cazuela		9,559	...	1,05%	26,76%	100,0%	D60		Coeficientes
	Peso suelo lavado		664,22	...	73,24%	100,0%	...	D30		Cu 0
Total retenida en lavado			242,74	...	100,0%	D10		Cc 0



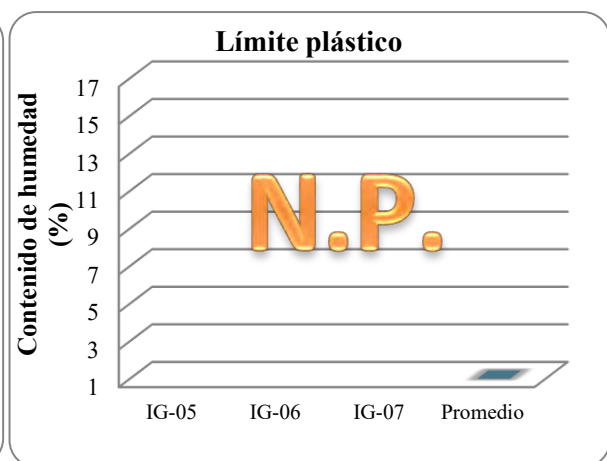
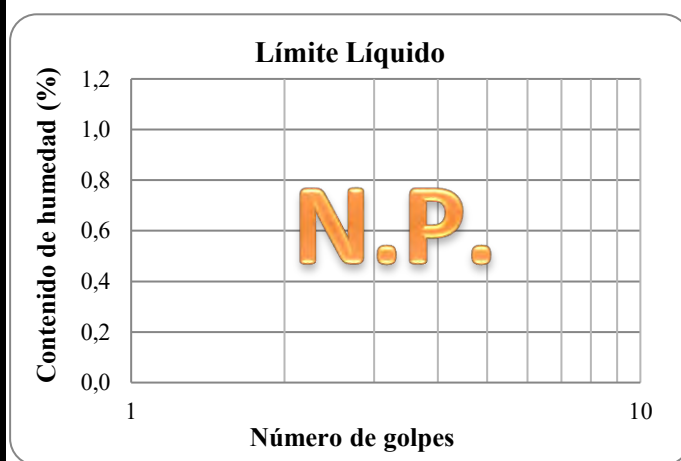


METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP. 339.129: 1999 (Revisado el 2019)

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 3 Muestra : R
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

Descripción	Unidad	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
		IG-01	IG-02	IG-03	IG-04	IG-05	IG-06	IG-07
Peso cápsula	g							
Peso cápsula + muestra húmeda	g							
Peso cápsula + muestra seca	g							
Peso de muestra húmeda	g	N.P.				N.P.		
Peso de muestra seca	g							
Peso del agua	g							
Contenido de humedad	%							
Número de golpes						Promedio		



Límite Líquido (%)	NP	Índice de Plasticidad	IP
Límite Plástico (%)	NP	(%)	NP

Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS Y GEOTECNIA



METODO PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERIA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS, SUCS) NTP 339.134: 1999.

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 3 Muestra : R
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50m Potencia : 1.20 m

DATOS PARA CLASIFICACION	
De Granulometría	
% de gruesos	25,71%
% de finos	74,29%
Total	100,00%
% de grava	3,37%
% de arena	22,34%
Total	25,71%
FRACCIÓN GRUESA	
% GRAVA	13,11%
% ARENA	86,89%
Total	100,00%
Coefficientes	
Cu	0,00
Cc	0,00
De Límites de Consistencia	
LL	NP
LP	NP
IP	NP
Otros Datos	
Tipo	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACION DE SIMBOLOS DEGRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO			SIMBOLO	NOMBRE DE GRUPO	
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Mas del 50% es retenido en la malla N° 200	GRAVAS Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien gradada
			$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal gradada
		GRAVAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC-GM	Grava limosa arcillosa
		GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien gradada con limo
		Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW-GC	Grava bien gradada con arcilla	
		Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal gradada con limo	
		Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP-GC	Grava mal gradada con arcilla	
	ARENAS El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	ARENAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien gradada
			$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal gradada
		ARENAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
		$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa	
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC-SM	Arena limosa arcillosa	
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200		Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien gradada con limo	
	Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW-SC	Arena bien gradada con arcilla		
	Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal gradada con limo		
	Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP-SC	Arena mal gradada con arcilla		
SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	LIMOS Y ARCILLAS Limite líquido menor que 50%	Inorgánicos	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL-ML	Arcilla limosa
		Orgánicos		OL	Limo orgánico Arcilla orgánica
	LIMOS Y ARCILLAS Limite líquido 50% o mayor	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
			Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
Orgánicos			OH	Limo orgánico Arcilla orgánica	
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba

CLASIFICACIÓN SUCS

ML (LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA)

Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO,
NTP 339.127: 1998 (Revisada el 2019)**

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.

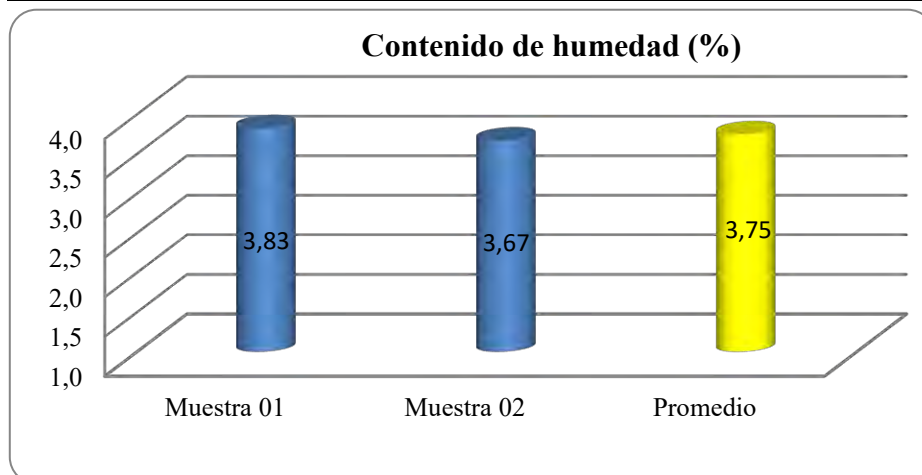
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha

Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.

Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 4 Muestra : S
N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

		S	
		Muestra 01	Muestra 02
Descripción	Unid	IG-05	1G-07
Peso tara	gr	19,219	19,091
Peso tara + muestra húmeda	gr	94,364	96,211
Peso tara + muestra seca	gr	91,595	93,481
Peso de la muestra húmeda	gr	75,15	77,12
Peso de la muestra seca	gr	72,38	74,39
Peso del agua	gr	2,77	2,73
Contenido de humedad	%	3,83	3,67
Promedio	%	3,75	




Ing. Edison Mattos Ojeda
Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339.128, 1999 (Revisada el 2019)

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.

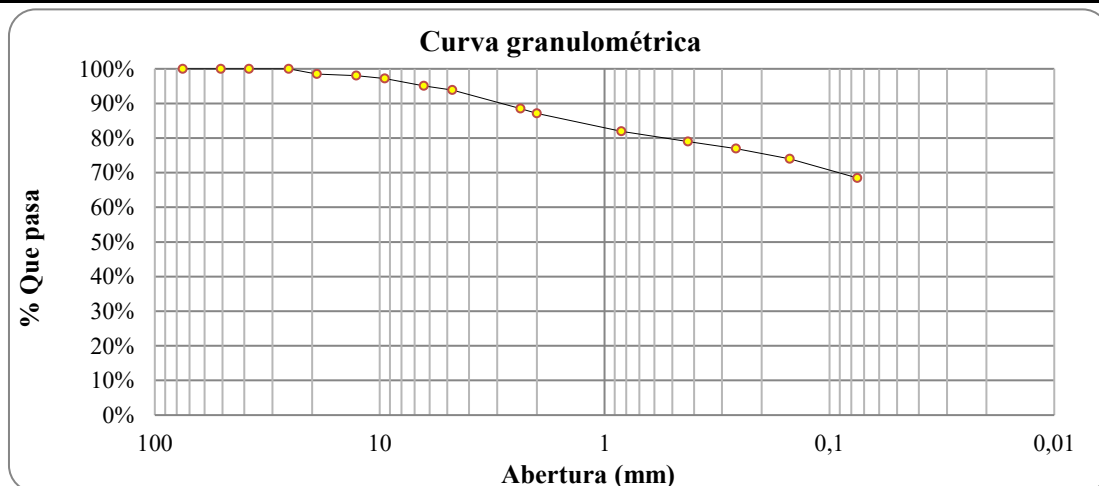
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha

Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.

Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 4 Muestra : S
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

Clasificación	Tamiz	Abertura (mm)	Peso reten (g)	Peso q pasa (g)	Retenido (%)	Reteni acum (%)	Que pasa (%)	CÁLCULOS Y REPORTE			
Grava	Gruesa	3"	75	0,00	307,90	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo seco (g)	954,00	
		2"	50,8	0,00	307,90	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo seco lavado (g)	307,90	
		1½"	38,1	0,00	307,90	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo lavado (g)	646,10	
		1"	25,4	0,00	307,90	0,00%	0,00%	100,0%	% error en peso	-0,02%	
	Fina	¾"	19	14,83	293,08	1,55%	1,55%	98,4%	RESUMEN GENERAL		
		1/2"	12,7	3,776	289,30	0,40%	1,95%	98,1%	% Suelos Gruesos	31,52%	
		3/8"	9,5	8,479	280,82	0,89%	2,84%	97,2%	% Suelos Finos	68,48%	
		1/4"	6,35	19,794	261,03	2,07%	4,91%	95,1%	Total	100,00%	
								FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS			
Arena	Gruesa	N° 8	2,36	51,151	197,96	5,36%	11,52%	88,5%	Grava, pasando 75mm, retenida en N°4	6,16%	
		N° 10	2	12,839	185,12	1,35%	12,87%	87,1%	Arena, pasando la N°4, retenida en N°200	25,36%	
	Media	N° 20	0,84	49,61	135,51	5,20%	18,07%	81,9%	Arena gruesa, pasando N°4, reten N°10	6,71%	
		N° 40	0,425	27,99	107,52	2,93%	21,00%	79,0%	Arena media, pasando N°10, retenid N°40	8,13%	
	Fina	N° 60	0,260	19,47	88,05	2,04%	23,05%	77,0%	Arena fina, pasando N°40, reten N°200	10,52%	
		N° 100	0,150	28,319	59,73	2,97%	26,01%	74,0%	Limos y arcillas	68,48%	
		N° 200	0,075	52,54	7,19	5,51%	31,52%	68,5%	Total	100,0%	
Limos y Arcillas	Cazuela		7,254	...	0,76%	32,28%	100,0%	D60	0,00	Coefficientes	
	Peso suelo lavado		646,10	...	67,72%	100,0%	...	D30		Cu	0
Total retenida en lavado			307,96	...	100,0%	D10		Cc	0





METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP. 339.129: 1999 (Revisado el 2019)

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.

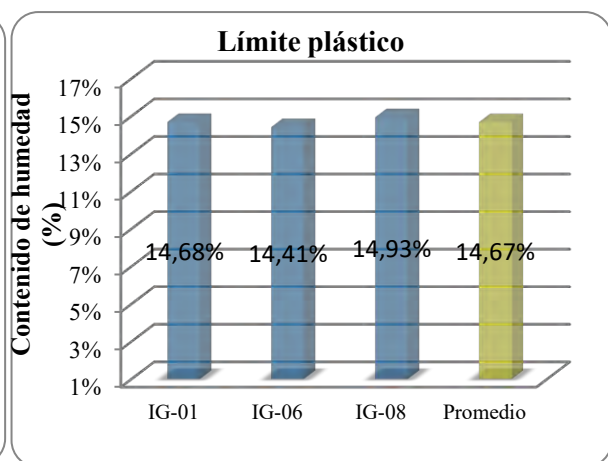
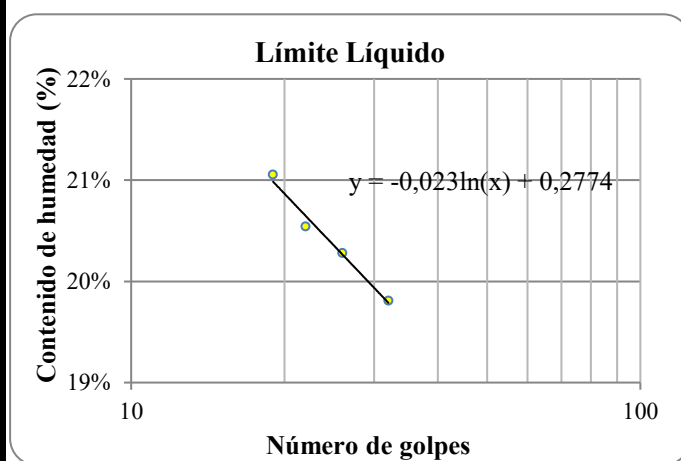
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha

Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.

Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 4	Muestra : S
Nº Estratos : 2	Estrato Nº : E02
Profundidad : 1.50 m	Potencia : 1.20 m

Descripción	Unidad	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
		IG-04	IG-05	IG-06	IG-07	IG-01	IG-06	IG-08
Peso cápsula	g	19,20	19,22	19,12	19,09	19,23	19,12	19,08
Peso cápsula + muestra húmeda	g	39,52	41,57	40,47	40,06	25,88	26,43	26,23
Peso cápsula + muestra seca	g	35,98	37,76	36,87	36,59	25,03	25,51	25,30
Peso de muestra húmeda	g	20,32	22,35	21,35	20,97	6,66	7,31	7,14
Peso de muestra seca	g	16,79	18,54	17,75	17,50	5,81	6,39	6,22
Peso del agua	g	3,53	3,81	3,60	3,47	0,85	0,92	0,93
Contenido de humedad		21,05%	20,54%	20,28%	19,81%	14,68%	14,41%	14,93%
Número de golpes		19	22	26	32	Promedio	14,67%	



Límite Líquido (%)	20,39%	Índice de Plasticidad	IP
Límite Plástico (%)	14,67%	(%)	5,72%

Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS Y GEOTECNIA



METODO PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERIA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS, SUCS) NTP 339.134: 1999.

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 4 Muestra : S
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50m Potencia : 1.20 m

DATOS PARA CLASIFICACION	
De Granulometria	
% de gruesos	31,52%
% de finos	68,48%
Total	100,00%
% de grava	6,16%
% de arena	25,36%
Total	31,52%
FRACCIÓN GRUESA	
% GRAVA	19,55%
%ARENA	80,45%
Total	100,00%
Coefficientes	
Cu	0,00
Cc	0,00
De Límites de Consistencia	
LL	20,39%
LP	14,67%
IP	5,72%
Otros Datos	
Tipo	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACION DE SIMBOLOS DEGRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO			SIMBOLO	NOMBRE DE GRUPO	
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Mas del 50% es retenido en la malla N° 200	GRAVAS Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien gradada
			$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal gradada
		GRAVAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC-GM	Grava limosa arcillosa
			Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien gradada con limo
		GRAVAS LIIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200	Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW-GC	Grava bien gradada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal gradada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP-GC	Grava mal gradada con arcilla
	ARENAS El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	ARENAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien gradada
			$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal gradada
		ARENAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
		$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa	
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC-SM	Arena limosa arcillosa	
		Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien gradada con limo	
	ARENAS LIIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200	Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW-SC	Arena bien gradada con arcilla	
		Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal gradada con limo	
		Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP-SC	Arena mal gradada con arcilla	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido menor que 50%	Inorgánicos	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL-ML	Arcilla limosa	
	Orgánicos		OL	Limo orgánico	
				Arcilla orgánica	
	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido 50% o mayor	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
		Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad	
	Orgánicos		OH	Limo orgánico	
				Arcilla orgánica	
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba

CLASIFICACIÓN SUCS

CL-ML (ARCILLA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA)

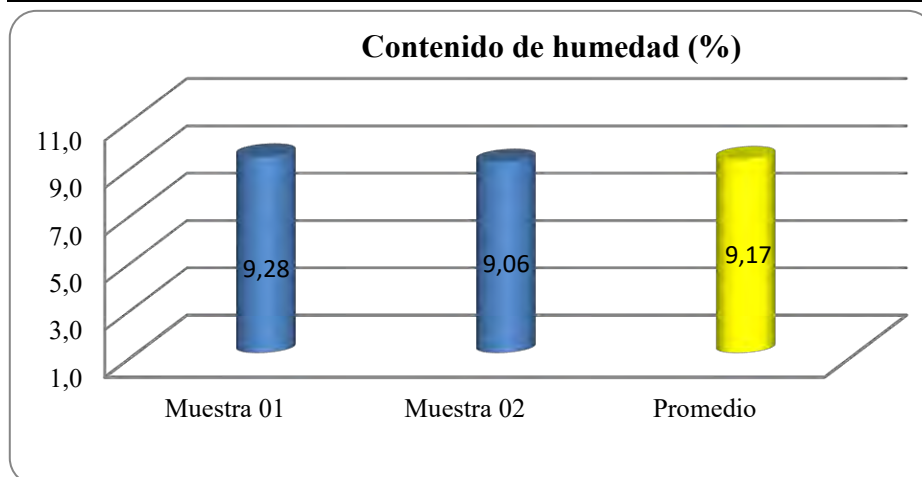


**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO,
 NTP 339.127: 1998 (Revisada el 2019)**

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 5 Muestra : T
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

		T	
		Muestra 01	Muestra 02
Descripción	Unid	IG-02	1G-03
Peso tara	gr	19,105	19,197
Peso tara + muestra húmeda	gr	95,830	95,675
Peso tara + muestra seca	gr	89,312	89,324
Peso de la muestra húmeda	gr	76,73	76,48
Peso de la muestra seca	gr	70,21	70,13
Peso del agua	gr	6,52	6,35
Contenido de humedad	%	9,28	9,06
Promedio	%	9,17	



Edison Mattos Ojeda
 Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339.128, 1999 (Revisada el 2019)

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.

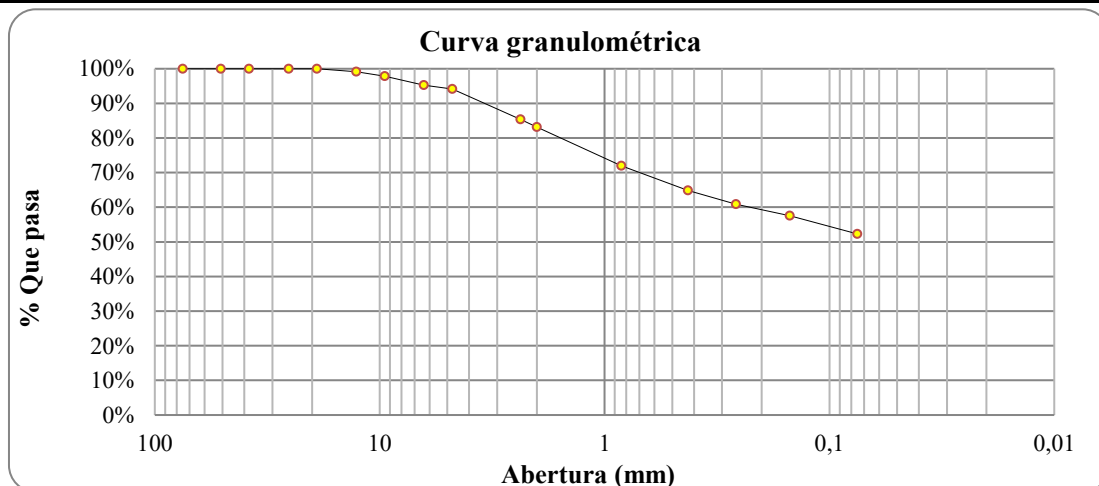
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha

Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.

Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 5 Muestra : T
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

Clasificación	Tamiz	Abertura(mm)	Peso reten (g)	Peso q pasa (g)	Retenido(%)	Reteni acum(%)	Que pasa (%)	CÁLCULOS Y REPORTE			
Grava	Gruesa	3"	75	0,00	472,00	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo seco (g)	972,00	
		2"	50,8	0,00	472,00	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo seco lavado (g)	472,00	
		1½"	38,1	0,00	472,00	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo lavado (g)	500,00	
		1"	25,4	0,00	472,00	0,00%	0,00%	100,0%	% error en peso	0,00%	
		¾"	19	0,00	472,00	0,00%	0,00%	100,0%	RESUMEN GENERAL		
	Fina	1/2"	12,7	8,230	463,77	0,85%	0,85%	99,2%	% Suelos Gruesos	47,71%	
		3/8"	9,5	12,572	451,20	1,29%	2,14%	97,9%	% Suelos Finos	52,29%	
		1/4"	6,35	24,882	426,32	2,56%	4,70%	95,3%	Total	100,00%	
FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS											
Arena	Gruesa	N° 8	2,36	85,794	329,57	8,83%	14,65%	85,3%	Grava, pasando 75mm, retenida en N°4	5,83%	
		N° 10	2	21,730	307,84	2,24%	16,89%	83,1%	Arena, pasando la N°4, retenida en N°200	41,88%	
	Media	N° 20	0,84	108,77	199,07	11,19%	28,08%	71,9%	Arena gruesa, pasando N°4, reten N°10	11,06%	
		N° 40	0,425	68,334	130,74	7,03%	35,11%	64,9%	Arena media, pasando N°10, retenid N°40	18,22%	
	Fina	N° 60	0,260	39,24	91,50	4,04%	39,15%	60,9%	Arena fina, pasando N°40, reten N°200	12,60%	
		N° 100	0,150	32,362	59,13	3,33%	42,48%	57,5%	Limos y arcillas	52,29%	
		N° 200	0,075	50,891	8,24	5,24%	47,71%	52,3%	Total	100,0%	
Limos y Arcillas	Cazucla		8,233	...	0,85%	48,56%	100,0%	D60	0,23	Coefficientes	
	Peso suelo lavado		500,00	...	51,44%	100,0%	...	D30		Cu	0
Total retenida en lavado			471,99	...	100,0%	D10		Cc	0



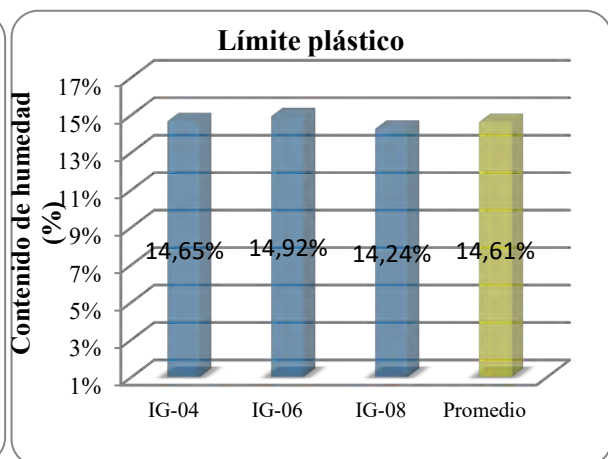
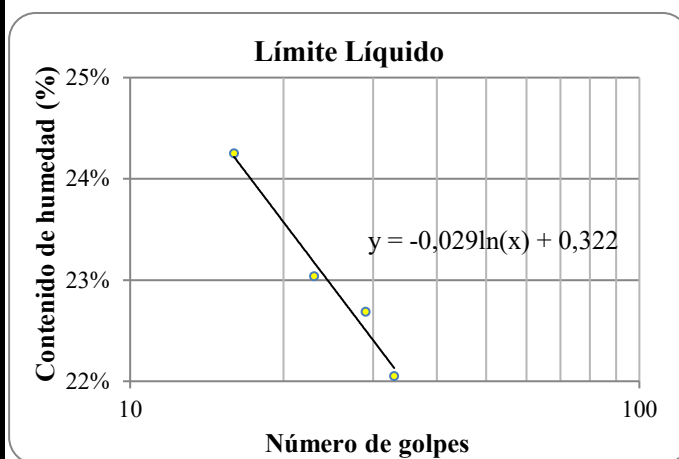


METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP. 339.129: 1999 (Revisado el 2019)

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 5 Muestra : T
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

Descripción	Unidad	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
		IG-01	IG-02	IG-03	IG-07	IG-04	IG-06	IG-08
Peso cápsula	g	19,23	19,11	19,20	19,09	19,22	19,12	19,08
Peso cápsula + muestra húmeda	g	33,54	30,23	36,84	35,64	26,34	25,87	25,48
Peso cápsula + muestra seca	g	30,75	28,14	33,58	32,65	25,43	25,00	24,68
Peso de muestra húmeda	g	14,32	11,12	17,64	16,55	7,12	6,75	6,39
Peso de muestra seca	g	11,52	9,04	14,38	13,56	6,21	5,87	5,60
Peso del agua	g	2,79	2,08	3,26	2,99	0,91	0,88	0,80
Contenido de humedad		24,25%	23,04%	22,68%	22,05%	14,65%	14,92%	14,24%
Número de golpes		16	23	29	33	Promedio		14,61%



Límite Líquido (%)	23,02%	Índice de Plasticidad	IP
Límite Plástico (%)	14,61%	(%)	8,42%

Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS Y GEOTECNIA



METODO PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERIA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS, SUCS) NTP 339.134: 1999.

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 5 Muestra : 1
 Nº Estratos : 2 Estrato Nº : E02
 Profundidad : 1.50m Potencia : 1.20 m

DATOS PARA CLASIFICACION	
De Granulometría	
% de gruesos	47,71%
% de finos	52,29%
Total	100,00%
% de grava	5,83%
% de arena	41,88%
Total	47,71%
FRACCIÓN GRUESA	
% GRAVA	12,21%
%ARENA	87,79%
Total	100,00%
Coefficientes	
Cu	0,00
Cc	0,00
De Límites de Consistencia	
LL	23,02%
LP	14,61%
IP	8,42%
Otros Datos	
Tipo	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACION DE SIMBOLOS DEGRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO			SIMBOLO	NOMBRE DE GRUPO	
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Mas del 50% es retenido en la malla N° 200	GRAVAS Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien gradada
			$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal gradada
		GRAVAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC-GM	Grava limosa arcillosa
		GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien gradada con limo
			Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW-GC	Grava bien gradada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal gradada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP-GC	Grava mal gradada con arcilla
	SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	ARENAS El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	ARENAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW
			$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal gradada
ARENAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200			$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC-SM	Arena limosa arcillosa
		ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien gradada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW-SC	Arena bien gradada con arcilla
			Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal gradada con limo
			Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP-SC	Arena mal gradada con arcilla
SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200		LIMOS Y ARCILLAS Limite líquido menor que 50%	Inorgánicos	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL-ML	Arcilla limosa	
	Orgánicos		OL	Limo orgánico	
				Arcilla orgánica	
	LIMOS Y ARCILLAS Limite líquido 50% o mayor	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
		Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad	
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS				OH	Limo orgánico
					Arcilla orgánica
		Principalmente materia orgánica de color oscuro		Pt	Turba

CLASIFICACIÓN SUCS

CL (ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA)



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO,
NTP 339.127: 1998 (Revisada el 2019)**

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.

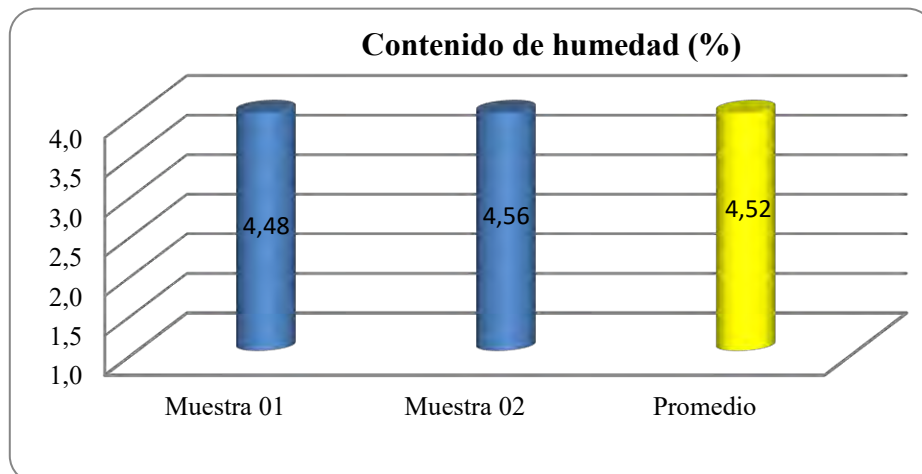
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha

Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.

Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 6 Muestra : U
N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

		U	
		Muestra 01	Muestra 02
Descripción	Unid	IG-04	1G-05
Peso tara	gr	19,199	19,219
Peso tara + muestra húmeda	gr	104,044	96,574
Peso tara + muestra seca	gr	100,405	93,2
Peso de la muestra húmeda	gr	84,85	77,36
Peso de la muestra seca	gr	81,21	73,98
Peso del agua	gr	3,64	3,37
Contenido de humedad	%	4,48	4,56
Promedio	%	4,52	



Ing. Edison Mattos Ojeda
Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140

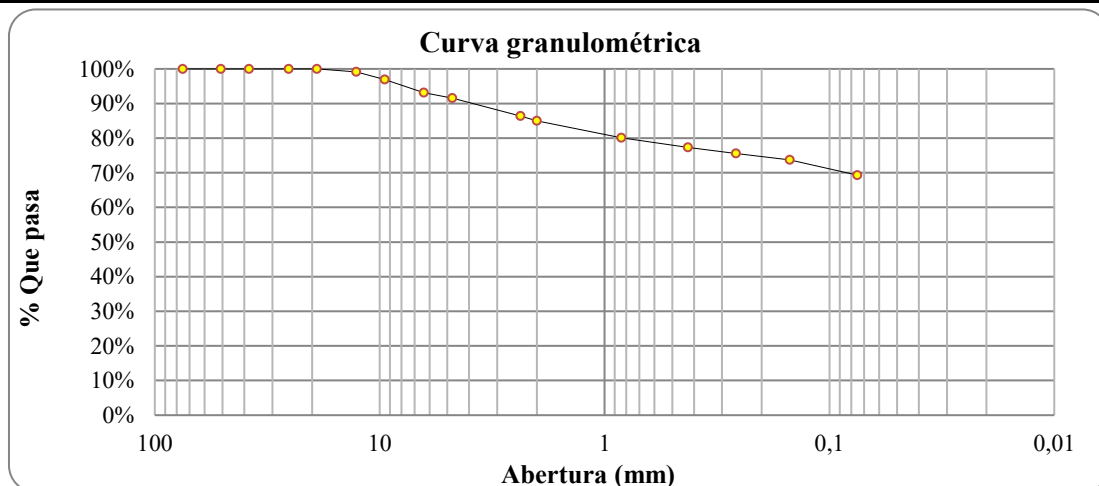


METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339.128, 1999 (Revisada el 2019)

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 6 Muestra : U
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

Clasificación		Tamiz	Abertura (mm)	Peso reten (g)	Peso q pasa (g)	Retenido (%)	Reteni acum (%)	Que pasa (%)	CÁLCULOS Y REPORTE		
Grava	Gruesa	3"	75	0,00	295,17	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo seco (g) 932,00		
		2"	50,8	0,00	295,17	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo seco lavado (g) 295,17		
		1½"	38,1	0,00	295,17	0,00%	0,00%	100,0%	Peso suelo lavado (g) 636,83		
		1"	25,4	0,00	295,17	0,00%	0,00%	100,0%	% error en peso 0,01%		
		¾"	19	0,00	295,17	0,00%	0,00%	100,0%	RESUMEN GENERAL		
	Fina	1/2"	12,7	7,678	287,49	0,82%	0,82%	99,2%	% Suelos Gruesos 30,69%		
		3/8"	9,5	20,642	266,85	2,21%	3,04%	97,0%	% Suelos Finos 69,31%		
		1/4"	6,35	35,64	231,21	3,82%	6,86%	93,1%	Total 100,00%		
FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS											
Arena	Gruesa	N° 8	2,36	48,73	167,91	5,23%	13,65%	86,3%	Grava, pasando 75mm, retenida en N°4 8,43%		
		N° 10	2	12,244	155,67	1,31%	14,97%	85,0%	Arena, pasando la N°4, retenida en N°200 22,26%		
	Media	N° 20	0,84	45,90	109,77	4,92%	19,89%	80,1%	Arena gruesa, pasando N°4, reten N°10 6,54%		
		N° 40	0,425	25,762	84,01	2,76%	22,66%	77,3%	Arena media, pasando N°10, retenid N°40 7,69%		
	Fina	N° 60	0,260	16,172	67,84	1,74%	24,39%	75,6%	Arena fina, pasando N°40, reten N°200 8,03%		
		N° 100	0,150	17,789	50,05	1,91%	26,30%	73,7%	Limos y arcillas 69,31%		
		N° 200	0,075	40,905	9,15	4,39%	30,69%	69,3%	Total 100,0%		
Limos y Arcillas	Cazuela		9,117	...	0,98%	31,67%	100,0%	D60	0,00	Coeficientes	
	Peso suelo lavado		636,83	...	68,33%	100,0%	...	D30		Cu	0
Total retenida en lavado			295,14	...	100,0%	D10		Cc	0



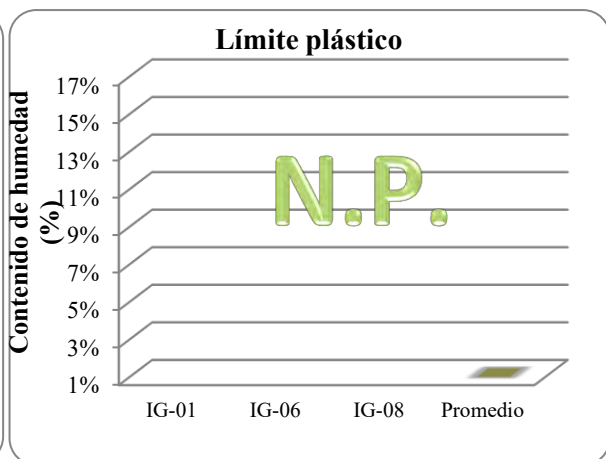
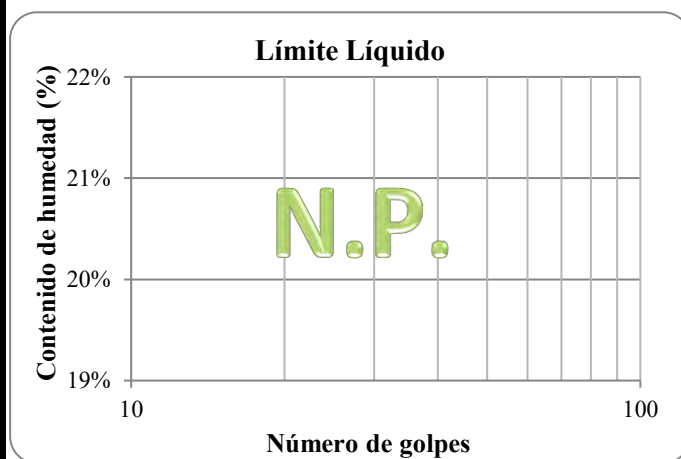


METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP. 339.129: 1999 (Revisado el 2019)

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 6 Muestra : U
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50 m Potencia : 1.20 m

Descripción	Unidad	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
		IG-04	IG-05	IG-06	IG-07	IG-01	IG-06	IG-08
Peso cápsula	g							
Peso cápsula + muestra húmeda	g							
Peso cápsula + muestra seca	g		N.P.			N.P.		
Peso de muestra húmeda	g							
Peso de muestra seca	g							
Peso del agua	g							
Contenido de humedad								
Número de golpes								



Límite Líquido (%)	NP	Índice de Plasticidad	IP
Límite Plástico (%)	NP	(%)	NP

Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS Y GEOTECNIA



METODO PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERIA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS, SUCS) NTP 339.134: 1999.

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2017.
 Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
 Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
 Fecha : 03 de diciembre del 2019.

Calicata : 6 Muestra : U
 N° Estratos : 2 Estrato N° : E02
 Profundidad : 1.50m Potencia : 1.20 m

DATOS PARA CLASIFICACION	
De Granulometria	
% de gruesos	30,69%
% de finos	69,31%
Total	100,00%
% de grava	8,43%
% de arena	22,26%
Total	30,69%
FRACCIÓN GRUESA	
% GRAVA	27,45%
%ARENA	72,55%
Total	100,00%
Coefficientes	
Cu	0,00
Cc	0,00
De Límites de Consistencia	
LL	NP
LP	NP
IP	NP
Otros Datos	
Tipo	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACION DE SIMBOLOS DEGRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO			SIMBOLO	NOMBRE DE GRUPO	
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Mas del 50% es retenido en la malla N° 200	GRAVAS Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien gradada
			$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal gradada
		GRAVAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC-GM	Grava limosa arcillosa
			Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien gradada con limo
		GRAVAS LIIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200	Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW-GC	Grava bien gradada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal gradada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP-GC	Grava mal gradada con arcilla
	ARENAS El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	ARENAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien gradada
			$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal gradada
		ARENAS CON FINOS Más del 12% pasa la malla N° 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
		$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa	
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC-SM	Arena limosa arcillosa	
		Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien gradada con limo	
	ARENAS LIIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N°200	Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW-SC	Arena bien gradada con arcilla	
		Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal gradada con limo	
		Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP-SC	Arena mal gradada con arcilla	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido menor que 50%	Inorgánicos	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL-ML	Arcilla limosa	
	Orgánicos		OL	Limo orgánico	
				Arcilla orgánica	
	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido 50% o mayor	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
		Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad	
	Orgánicos		OH	Limo orgánico	
				Arcilla orgánica	
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba

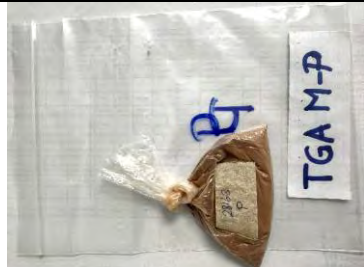
CLASIFICACIÓN SUCS

ML (LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA)

Ing. Edison Mattos Ojeda
 Doc. Resp. de Laboratorio – SL01LA140

INFORME DE ENSAYO N° 05-2026

DATOS DEL GENERALES DEL CLIENTE	
CLIENTE	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
DIRECCIÓN	Av. de la Cultura 733, Perayoc, Cusco
CORREO ELECTRONICO	valentin.hualparimachi@unsaac.edu.pe
PROYECTO	Control de Calidad de Arcilla y la Factibilidad de Fabricación de Ladrillos en la Concesión San Roque - Comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA¹	Material en polvo fino
NUMERO DE COMPROBANTE	F007-00000842

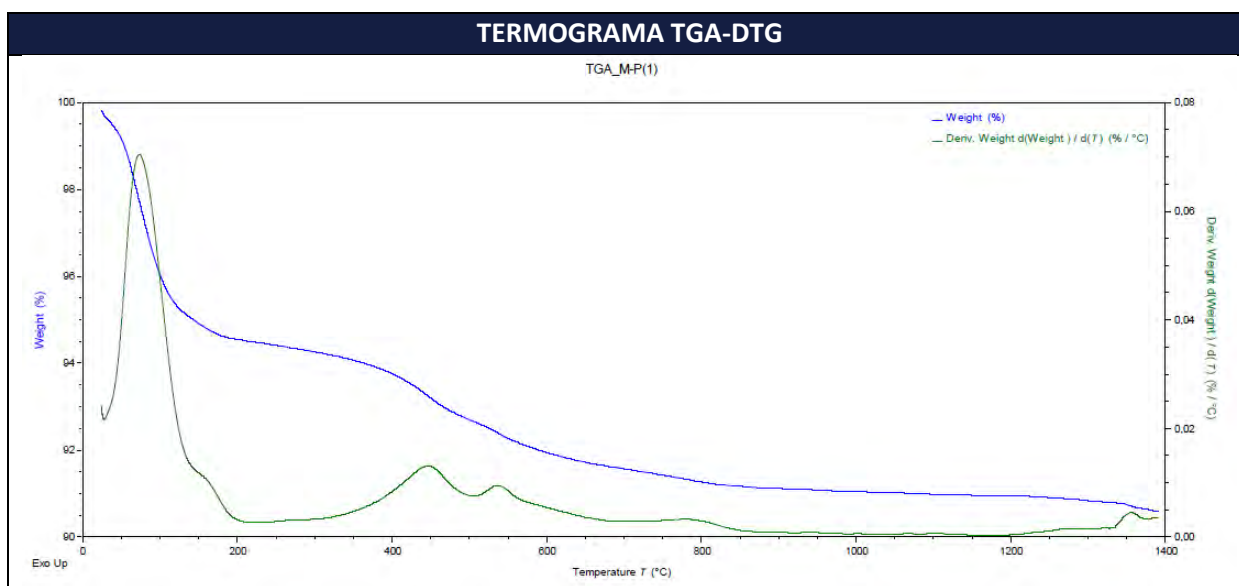
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	TGA_M-P
CANTIDAD DE LA MUESTRA	20.162 mg.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	Envase de plástico con cierre hermético
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	Muestra proporcionada por el cliente
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	20 °C y 13% HR
ZONA DE TOMA DE MUESTRA	No Aplica
FOTO DE LA MUESTRA	

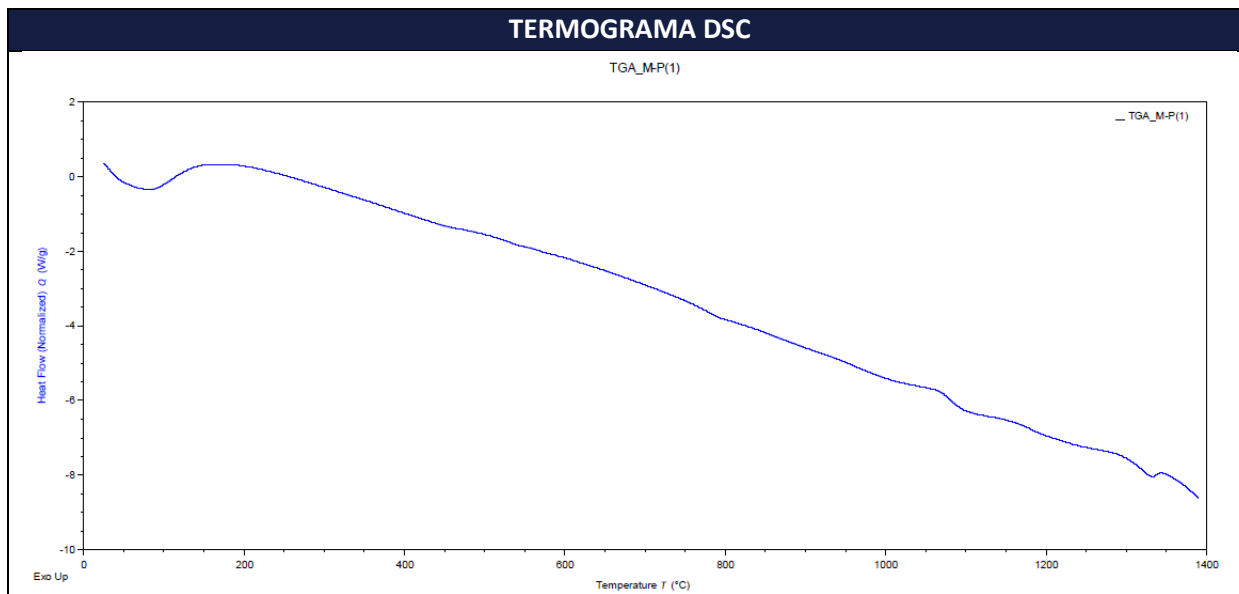
FECHA Y LUGAR DEL ENSAYO	
RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO	02 febrero 2026
INICIO DEL ENSAYO	20/02/2026
TERMINO DEL ENSAYO	20/02/2026
LUGAR DEL ENSAYO	<ul style="list-style-type: none"> - Centro de Investigación Aplicada y Laboratorios Especializados – CIALE - Laboratorio de Caracterización Funcional de Materiales de la UNSA - Cubículo Especial para Procesos Específicos 02
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO	Ciudad Universitaria Area de Ingenierías – UNSA Av. Independencia S/N
REFERENCIA DEL LABORATORIO	LABW

¹ Información Proporcionada por el cliente

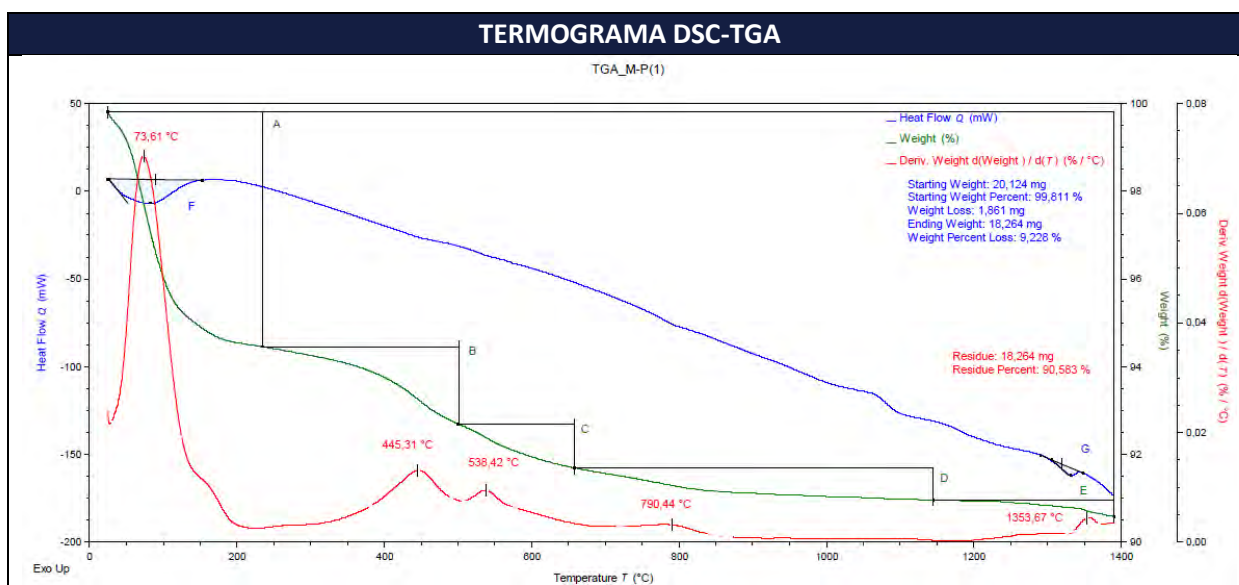
CONDICIONES DE ENSAYO	
Rango de Temperatura	25 °C hasta 1400 °C
Rampa de calentamiento	10 °C/min
Atmosfera inerte de N2	No aplica
Crisoles	Alúmina de 90 microlitros con tapa
Marca y modelo del equipo	TA Instruments SDT650
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> • 25–150 °C: Agua físicamente adsorbida. • 150–600 °C: Oxidación de orgánicos y reacciones de deshidroxilación. • 600–800 °C: Descomposición de carbonatos • 800–1000 °C: Sinterización de arcilla • > a 1000°C inicio de la formación de mullita e inicio de estabilización de la arcilla..

RESULTADOS TGA-DTG





RESULTADOS DSC-TGA



ENSAYO						
ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO - TGA						
EVENTO	Peso inicial		Pérdida de peso		Peso final	Temperatura
	(mg)	(%)	(mg)	(%)	(mg)	(°C)
Evento A	20.124	99.810	1.080	5.357	19.044	73.610
Evento B	19.044	94.454	0.355	1.763	18.689	445.313
Evento C	18.689	92.691	0.201	0.998	18.488	538.416
Evento D	18.488	91.693	0.148	0.733	18.340	790.440
Evento E	18.340	90.960	0.076	0.378	18.264	1353.673

RESUMEN						
ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO - TGA						
EVENTO	Peso inicial		Pérdida de peso		Peso final	
	(mg)	(%)	(mg)	(%)	(mg)	(%)
Resumen	20.124	99.810	1.861	9.228	18.264	90.583

ENSAYO				
CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO - DSC				
EVENTO	ONSET (°C)	Tp (°C)	ΔH (J/g)	PÉRDIDA DE MASA (%)
Evento F	25.848	81.50	296.94	5.357
Evento G	1305.590	1330.95	30.050	0.378

Onset: Temperatura de inicio cinético del proceso.

Tp: Temperatura máxima.

ΔH: Entalpia normalizada.

Los resultados TGA muestran cinco eventos principales:

- i. Evento A (73.61 °C): pérdida de 5.357 %. atribuida a humedad físicamente adsorbida.
- ii. Evento B (445.31 °C): pérdida de 1.763 %. asociada a deshidroxilación inicial.
- iii. Evento C (538.42 °C): pérdida de 0.998 %. correspondiente a segunda deshidroxilación, la división en dos eventos (B y C) indica una estructura mineralógica mixta o con hidroxilos en diferentes posiciones cristalinas.
- iv. Evento D (790.44 °C): pérdida de 0.733 %. Corresponde a la deshidroxilación profunda y al inicio del colapso estructural hacia fase amorfa.
- v. Evento E (1353.67 °C): pérdida de 0.378 %. reorganización de la fase amorfa, formación de fases estables.

Los resultados DSC muestran cinco eventos principales:

- i. Evento F: inicia a 25.85 °C. en temperatura máxima de 81.50 °C alcanza un ΔH de 296.94 J/g. corresponde a la desorción de agua físicamente adsorbida, coincide con la pérdida de masa del Evento A del TGA (5,357 %), que es la mayor de toda la muestra
- ii. Evento I: inicia a 1305.59 °C alcanzando un ΔH 30.05 J/g a 1330.95 °C de temperatura máxima. asociado a reorganización de la fase amorfa y formación de fases estables, indica que, una vez superados los procesos de deshidroxilación, la arcilla se estabiliza muy bien a altas temperaturas.

PANEL FOTOGRÁFICO	
<p>Fotografía del equipo</p>	
<p>Fotografía del crisol con la muestra:</p> <p>a) antes del análisis</p> <p>b) después del análisis</p>	

NOTA

Este informe no podrá ser reproducido, parcial ni totalmente, sin la autorización expresa y por escrito del CIALE. La información contenida en este informe está basada en pruebas y observaciones realizadas por el laboratorio en las muestras recibidas, bajo las condiciones descritas. Los resultados que se muestran solo son válidos para cada muestra tal como fue recibida, y no deben de ser usadas como una declaración de conformidad respecto a normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El laboratorio no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente que forma parte de este informe.

CONCLUSIONES:

- 1- Mediante análisis termogravimétrico y calorimetría diferencial de barrido (DSC-TGA), se estudió el comportamiento térmico de la arcilla TGA_M-T entre 25 °C y 1400 °C.
- 2- El análisis TGA, para la muestra presenta una pérdida total de masa de 9,228 % (de 20,124 mg a 18,264 mg), distribuida en cinco eventos: un evento principal de baja temperatura a 73,61 °C (5,357 %, Evento A), asociado a agua físicamente adsorbida e interlamilar, seguido de tres eventos de deshidroxilación escalonada a 445,31 °C (1,763 %), 538,42 °C (0,998 %) y 790,44 °C (0,733 %), y un último evento de alta temperatura a 1353,67 °C (0,378 %) vinculado a transformaciones cerámicas avanzadas. La distribución suave y progresiva de las pérdidas indica una liberación de volátiles controlada, sin descomposiciones masivas ni picos críticos de riesgo.

- 3- El DSC confirma este comportamiento: el Evento F (25,85–81,50 °C) presenta una endotermia muy intensa ($\Delta H = 296,94 \text{ J/g}$) coherente con la elevada pérdida de agua del Evento A, lo que evidencia una alta sensibilidad al secado. El Evento G (1305,59–1330,95 °C), con $\Delta H = 30,05 \text{ J/g}$ y pérdida de masa mínima (0,378 %), corresponde a transformaciones cerámicas de alta temperatura, indicando buena estabilidad y capacidad de sinterización una vez superadas las etapas de deshidratación y deshidroxilación
- 4- La muestra TGA_M-P se comporta como una arcilla moderadamente volátil pero térmicamente estable, adecuada para la fabricación de ladrillos, siempre que se asegure un secado lento y homogéneo, debido a su elevado contenido de agua adsorbida.

RECOMENDACIONES:

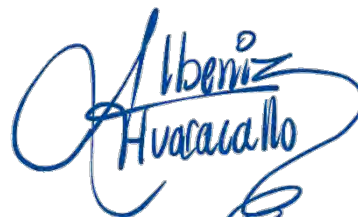
- 1- La temperatura de cocción de ladrillos de arcilla cocida se considera de 850 a 1000 °C. por lo tanto. el análisis del DSC-TGA debe tomarse en cuenta hasta esa temperatura.
- 2- Para un análisis de arcillas más completos se recomienda complementar ensayos adicionales como DRX. FRX. SEM y propiedades físicas-mecánicas. densidad. distribución de tamaño de grano. ensayo de compresión. ensayo de dilatometría.

- Se adjunta Reporte de análisis TGA_M-P(1).pdf
- Data en formato Exel TGA_M- P(1).xls
- Termograma DSC TGA_M- P(1)_DSC.pdf
- Termograma TGA DSC TGA_M- P(1)_TGA_DSC.pdf
- Termograma TGA DTG TGA_M- P(1)_TGA_DTG.pdf
- Comprobante de pago F007-00000842.pdf

Arequipa 27 de febrero de 2026



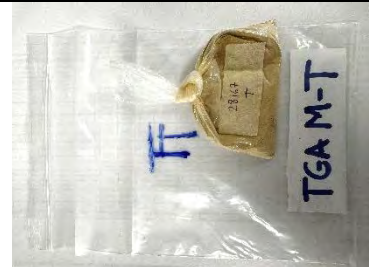
Dr. Rivalino Guzman Ale
Coordinador de Laboratorio
FECHA DE EMISIÓN 27/02/2026



Albeniz Huaracallo Idme
Especialista de Laboratorio
FECHA DE EMISIÓN 27/02/2026

INFORME DE ENSAYO N° 04-2026

DATOS DEL GENERALES DEL CLIENTE	
CLIENTE	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
DIRECCIÓN	Av. de la Cultura 733, Perayoc, Cusco
CORREO ELECTRONICO	valentin.hualparimachi@unsaac.edu.pe
PROYECTO	Control de Calidad de Arcilla y la Factibilidad de Fabricación de Ladrillos en la Concesión San Roque - Comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA¹	Material en polvo fino
NUMERO DE COMPROBANTE	F007-00000840

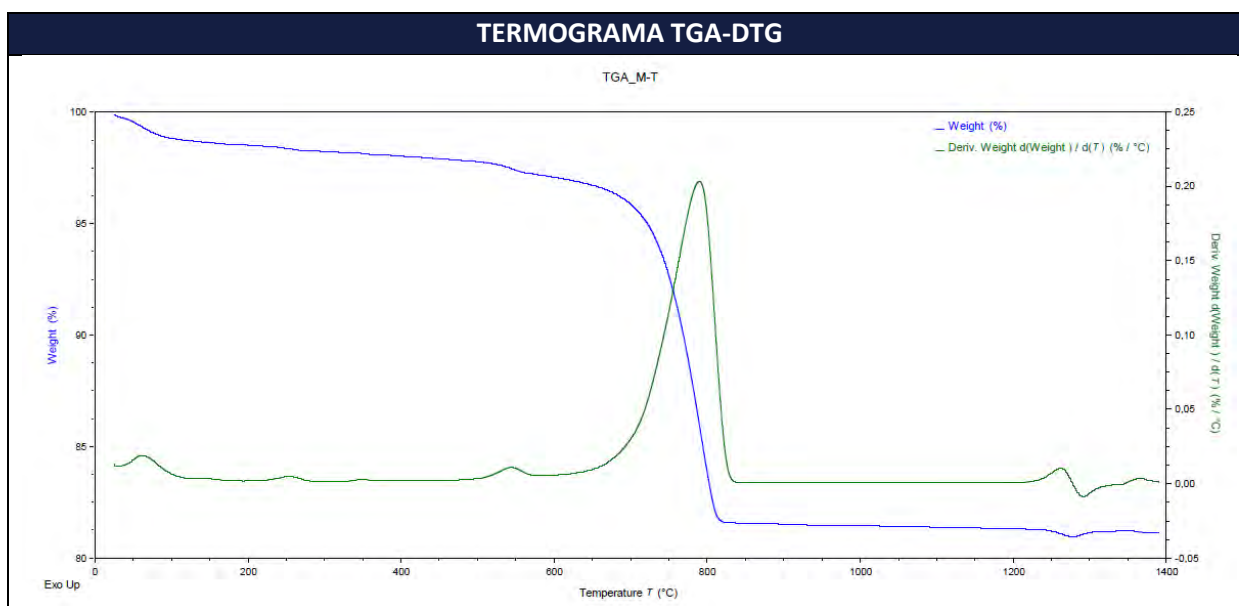
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	TGA_M-T
CANTIDAD DE LA MUESTRA	20.515 mg.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	Envase de plástico con cierre hermético
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	Muestra proporcionada por el cliente
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	19 °C y 13% HR
ZONA DE TOMA DE MUESTRA	No Aplica
FOTO DE LA MUESTRA	

FECHA Y LUGAR DEL ENSAYO	
RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO	02 febrero 2026
INICIO DEL ENSAYO	20/02/2026
TERMINO DEL ENSAYO	20/02/2026
LUGAR DEL ENSAYO	<ul style="list-style-type: none"> - Centro de Investigación Aplicada y Laboratorios Especializados – CIALE - Laboratorio de Caracterización Funcional de Materiales de la UNSA - Cubículo Especial para Procesos Específicos 02
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO	Ciudad Universitaria Area de Ingenierías – UNSA Av. Independencia S/N
REFERENCIA DEL LABORATORIO	LABW

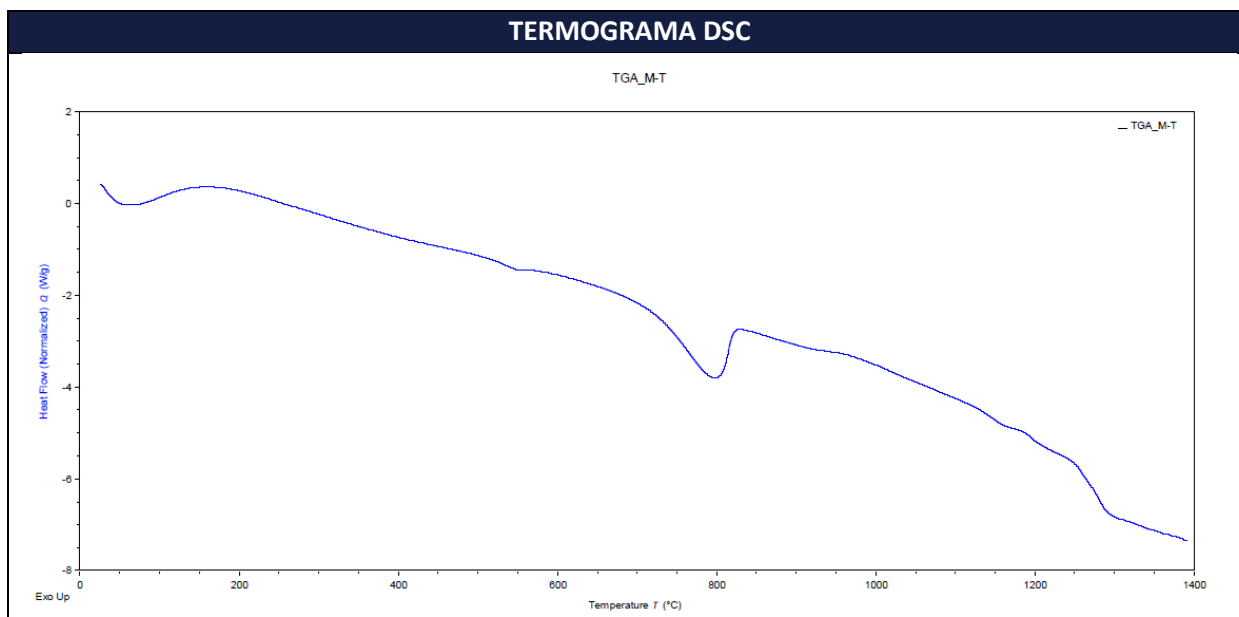
¹ Información Proporcionada por el cliente

CONDICIONES DE ENSAYO	
Rango de Temperatura	25 °C hasta 1400 °C
Rampa de calentamiento	10 °C/min
Atmosfera inerte de N2	No aplica
Crisoles	Alúmina de 90 microlitros de capacidad con tapa
Marca y modelo del equipo	TA Instruments SDT650
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> • 25–150 °C: Agua físicamente adsorbida. • 150–600 °C: Oxidación de orgánicos y reacciones de deshidroxilación. • 600–800 °C: Descomposición de carbonatos • 800–1000 °C: Sinterización de arcilla • > a 1000°C inicio de la formación de mullita e inicio de estabilización de la arcilla.

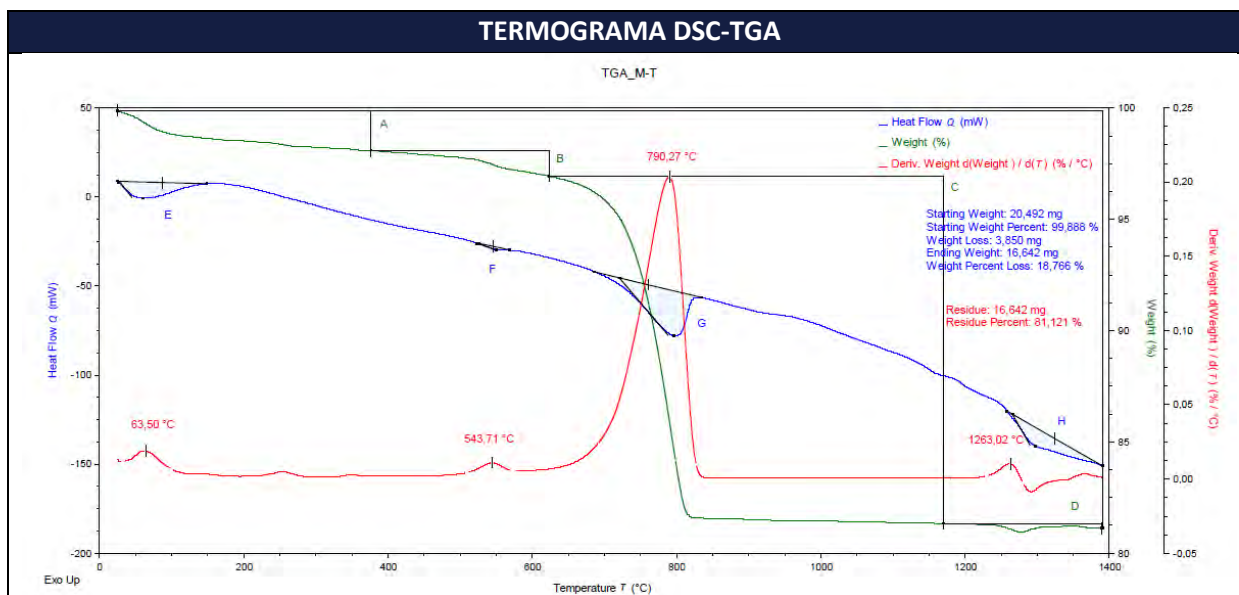
RESULTADOS TGA-DTG



RESULTADOS DSC



RESULTADOS DSC-TGA



ENSAYO						
ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO - TGA						
EVENTO	Peso inicial		Pérdida de peso		Peso final	Temperatura
	(mg)	(%)	(mg)	(%)	(mg)	(°C)
Evento A	20,492	99,888	0,372	1,812	20,120	63,496
Evento B	20,120	98,076	0,234	1,143	19,886	543,713
Evento C	19,886	96,933	3,201	15,603	16,685	790,270
Evento D	16,685	81,330	0,043	0,209	16,642	1263,024

RESUMEN						
ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO - TGA						
EVENTO	Peso inicial		Pérdida de peso		Peso final	
	(mg)	(%)	(mg)	(%)	(mg)	(%)
Resumen	20,492	99,888	3,850	18,766	16,642	81,121

ENSAYO				
CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO - DSC				
EVENTO	ONSET (°C)	Tp (°C)	ΔH (J/g)	PÉRDIDA DE MASA (%)
Evento E	26,974	59,94	177,43	1,812
Evento F	525,572	549,05	10,847	1,143
Evento G	720,602	795,36	473,28	15,603
Evento H	1266,004	1296,56	208,73	0,209

Onset: Temperatura de inicio cinético del proceso.

Tp: Temperatura máxima.

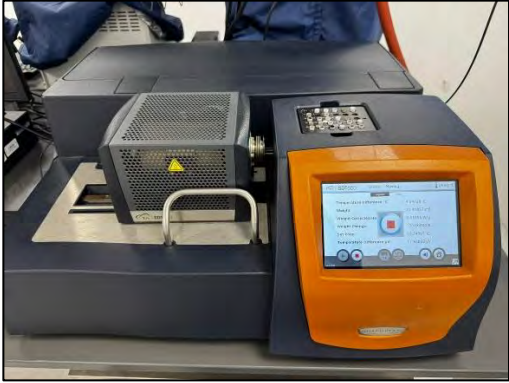
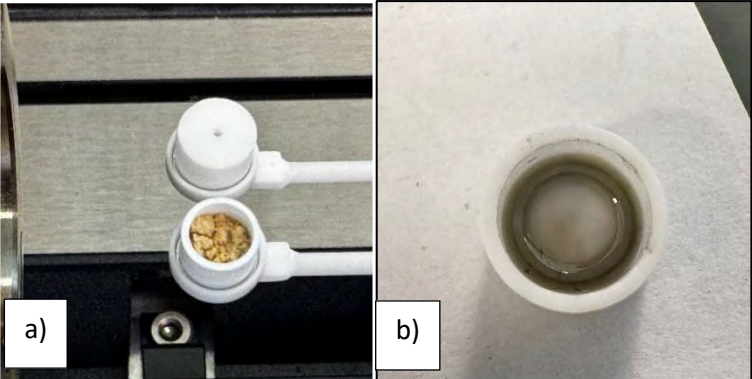
ΔH: Entalpia normalizada.

Los resultados TGA muestran cuatro eventos principales:

- i. Evento A (63,5 °C): pérdida de 1,812 %, atribuida a humedad físicamente adsorbida.
- ii. Evento B (543,7 °C): pérdida de 1,143 %, asociada a deshidroxilación inicial y posible oxidación de orgánicos.
- iii. Evento C (790,3 °C): pérdida dominante de 15,603 %, correspondiente a deshidroxilación profunda y probable descomposición de carbonatos.
- iv. Evento D (1263 °C): pérdida de 0,209 %, vinculada a transformaciones cerámicas de alta temperatura.

Los resultados DSC muestran cuatro eventos principales:

- v. Evento E: inicia a 26.97 °C, en temperatura máxima de 59.94 °C alcanza un ΔH de 177.43 J/g, lo que corresponde a la desorción de agua físicamente adsorbida y posiblemente agua interlamina débilmente retenida.
- vi. Evento F: inicia a 525,57 °C alcanzando un ΔH de 10,847 J/g a 549,05 °C de temperatura máxima, el ΔH no es muy alto, lo que sugiere que no es el proceso dominante, pero sí marca el inicio de la transformación estructural de la arcilla.
- vii. Evento G: inicia a 720,60 °C alcanzando un ΔH 473,28 J/g a 795,36 °C de temperatura máxima, este es el evento dominante del DSC y del TGA, el ΔH es muy elevado, lo que indica una transformación estructural profunda y altamente energética (colapso de la estructura laminar), la enorme pérdida de masa (≈15,6 %) implica una liberación masiva de gases en un rango relativamente estrecho de temperatura.
- viii. Evento H: inicia a 1266 °C alcanzando un ΔH 208,73 J/g a 1296,56 °C de temperatura máxima, aunque el ΔH es considerable, la masa casi no cambia, lo que indica que el proceso es principalmente reordenamiento estructural, no descomposición, asociada a transformaciones de fase cerámicas (reorganización de la fase amorfa, formación de fases de alta temperatura).

PANEL FOTOGRÁFICO	
Equipo utilizado	
Fotografía del crisol con la muestra: a) antes del análisis b) después del análisis	

NOTA

Este informe no podrá ser reproducido, parcial ni totalmente, sin la autorización expresa y por escrito del CIALE. La información contenida en este informe está basada en pruebas y observaciones realizadas por el laboratorio en las muestras recibidas, bajo las condiciones descritas. Los resultados que se muestran solo son válidos para cada muestra tal como fue recibida, y no deben de ser usadas como una declaración de conformidad respecto a normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El laboratorio no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente que forma parte de este informe.

CONCLUSIONES:

- 1- Mediante análisis termogravimétrico y calorimetría diferencial de barrido (DSC-TGA), se estudió el comportamiento térmico de la arcilla TGA_M-T entre 25 °C y 1400 °C.
- 2- La muestra presentó una pérdida total de masa de 18,766 %, significativamente superior a la observada en arcillas de mayor estabilidad, lo que podría evidenciar un contenido elevado de humedad retenida, volátiles, grupos hidroxilo estructurales y posibles carbonatos u orgánicos.
- 3- El análisis DSC confirma estos procesos mediante picos endotérmicos bien definidos, destacando la elevada entalpía del evento G siendo el principal ($\Delta H = 473,28 \text{ J/g}$), lo que refleja una transformación estructural intensa y liberación significativa de gases en el rango 700–850 °C.

- 4- Los resultados muestran que la arcilla TGA_M-T tiene alta reactividad térmica y libera muchos volátiles en el rango crítico de fabricación de ladrillos. Si no se controla la rampa de cocción, este efecto puede causar porosidad excesiva, fisuras internas o deformaciones.

RECOMENDACIONES:

- 1- La temperatura de cocción de ladrillos de arcilla cocida se considera de 850 a 1000 °C, por lo tanto, el análisis del DSC-TGA debe tomarse en cuenta hasta esa temperatura.
- 2- Para un análisis de arcillas más completos se recomienda complementar ensayos adicionales como DRX, FRX, SEM y propiedades físicas-mecánicas, densidad, distribución de tamaño de grano, ensayo de compresión, ensayo de dilatometría.

- Se adjunta Reporte de análisis TGA_M-T.pdf
- Data en formato Exel TGA_M-T.xls
- Termograma DSC TGA_M-T_DSC.pdf
- Termograma TGA DSC TGA_M-T_TGA_DSC.pdf
- Termograma TGA DTG TGA_M-T_TGA_DTG.pdf
- Comprobante de pago F007-00000840.pdf

Arequipa 27 de febrero de 2026



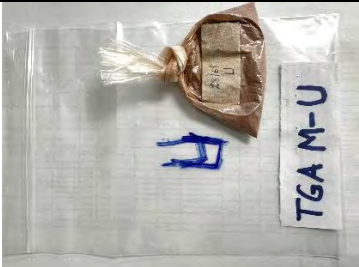
Dr. Rivalino Guzman Ale
Coordinador de Laboratorio
FECHA DE EMISIÓN 27/02/2026



Albeniz Huaracallo Idme
Especialista de Laboratorio
FECHA DE EMISIÓN 27/02/2026

INFORME DE ENSAYO N° 03-2026

DATOS DEL GENERALES DEL CLIENTE	
CLIENTE	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
DIRECCIÓN	Av. de la Cultura 733, Perayoc, Cusco
CORREO ELECTRONICO	valentin.hualparimachi@unsaac.edu.pe
PROYECTO	Control de Calidad de Arcilla y la Factibilidad de Fabricación de Ladrillos en la Concesión San Roque - Comunidad Mosocllacta - Anta – Cusco
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA¹	Material en polvo fino
NUMERO DE COMPROBANTE	F007-00000838

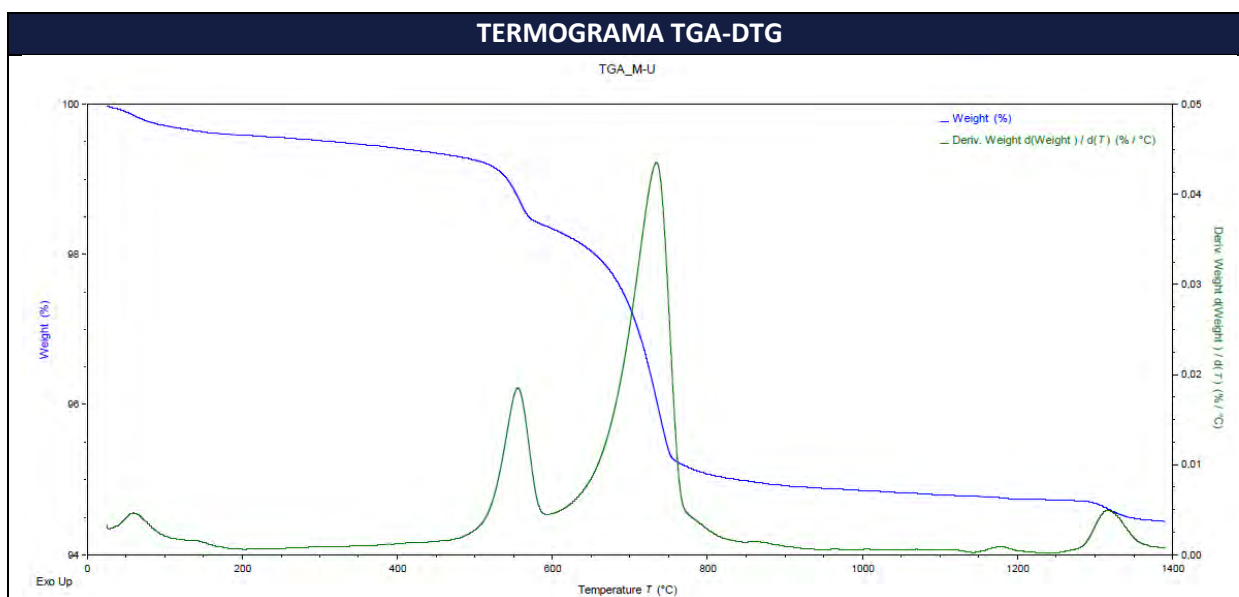
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	TGA_M-U
CANTIDAD DE LA MUESTRA	20.707 mg.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	Envase de plástico con cierre hermético
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	Muestra Proporcionada por el Cliente
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	19 °C y 13% HR
ZONA DE TOMA DE MUESTRA	No Aplica
FOTO DE LA MUESTRA	

FECHA Y LUGAR DEL ENSAYO	
RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO	02 febrero 2026
INICIO DEL ENSAYO	16/02/2026
TERMINO DEL ENSAYO	16/02/2026
LUGAR DEL ENSAYO	<ul style="list-style-type: none"> - Centro de Investigación Aplicada y Laboratorios Especializados – CIALE - Laboratorio de Caracterización Funcional de Materiales de la UNSA - Cubículo Especial para Procesos Específicos 02
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO	Ciudad Universitaria Area de Ingenierías – UNSA Av. Independencia S/N
REFERENCIA DEL LABORATORIO	LABW

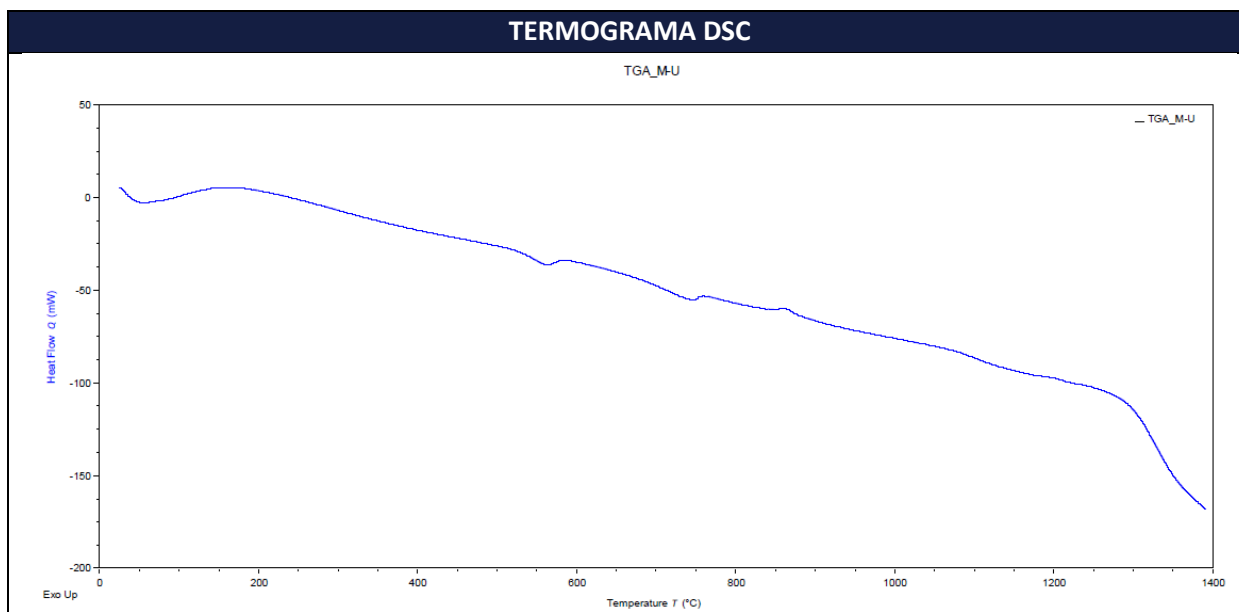
¹ Información Proporcionada por el cliente

CONDICIONES DE ENSAYO	
Rango de Temperatura	25 °C hasta 1400 °C
Rampa de calentamiento	10 °C/min
Atmosfera inerte de N2	No aplica
Crisoles	Alúmina de 90 microlitros de capacidad con tapa perforada
Marca y modelo del equipo	TA Instruments SDT650
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> • 25–150 °C: Agua físicamente adsorbida. • 150–600 °C: Oxidación de orgánicos y reacciones de deshidroxilación. • 600–800 °C: Descomposición de carbonatos • 800–1000 °C: Sinterización de arcilla • > a 1000°C formación de la mullita e inicio de estabilización de la arcilla

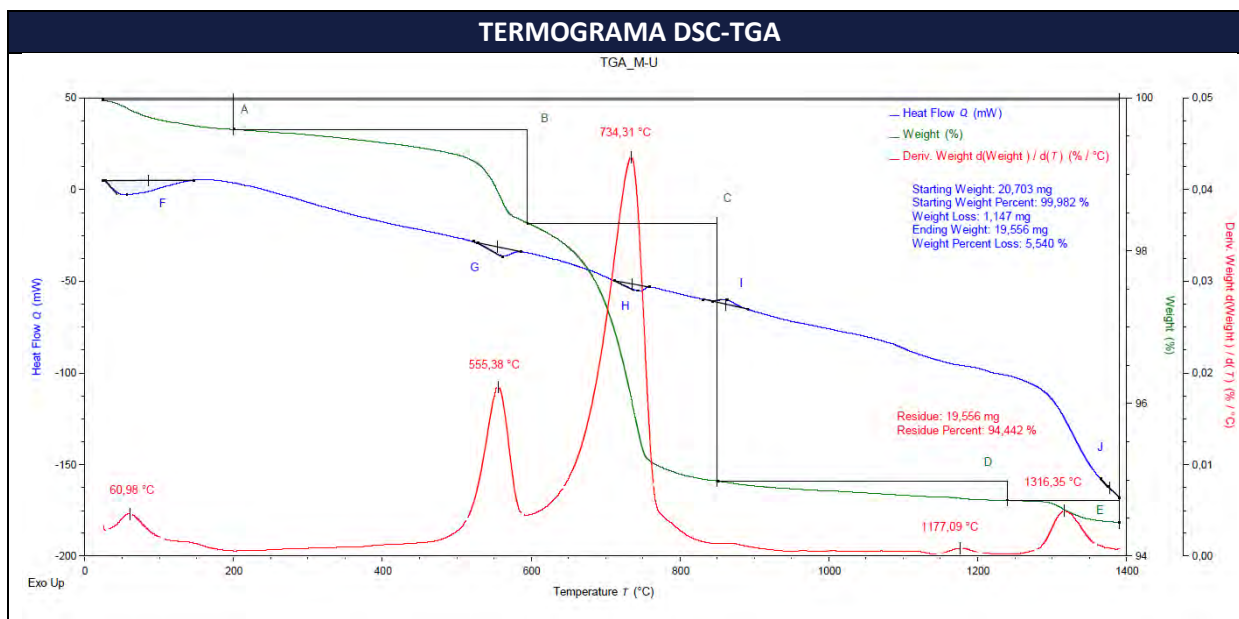
RESULTADOS TGA



RESULTADOS DSC



RESULTADOS DSC-TGA



ENSAYO						
ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO - TGA						
EVENTO	Peso inicial		Pérdida de peso		Peso final	Temperatura
	(mg)	(%)	(mg)	(%)	(mg)	(°C)
Evento A	20.703	99.982	0.081	0.393	20.622	60.980
Evento B	20.622	99.589	0.254	1.225	20.368	555.384
Evento C	20.368	98.363	0.700	3.379	19.668	734.314
Evento D	19.668	94.984	0.052	0.252	19.616	1177.092
Evento E	19.616	94.732	0.060	0.290	19.556	1316.346

RESUMEN						
ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO - TGA						
EVENTO	Peso inicial		Pérdida de peso		Peso final	
	(mg)	(%)	(mg)	(%)	(mg)	(%)
Resumen	20.703	99.982	1.147	5.540	19.556	94.442

ENSAYO				
CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO - DSC				
EVENTO	ONSET (°C)	Tp (°C)	ΔH (J/g)	PÉRDIDA DE MASA (%)
Evento F	27.467	56.07	152.03	0.393
Evento G	528.726	561.09	39.954	1.225
Evento H	711.981	743.56	24.300	3.379
Evento I	844.239	863.40	18.801	0.252
Evento J	1365.154	1374.89	1.1161	0.290

Onset: Temperatura de inicio cinético del proceso.

Tp: Temperatura máxima.

ΔH: Entalpia normalizada

Los resultados TGA muestran cinco eventos principales:

- i. Evento A (60.980 °C): pérdida de 0.393 %. atribuida a humedad físicamente adsorbida.
- ii. Evento B (555.40 °C): pérdida de 1.225 %. asociada a deshidroxilación inicial.
- iii. Evento C (734.30 °C): pérdida de 3.379 %. correspondiente a deshidroxilación profunda y colapso estructural de la arcilla. es el evento más importante en términos de pérdida de masa.
- iv. Evento D (1177.0 °C): pérdida de 0.252 %. vinculada a transformaciones cerámicas de alta temperatura.
- v. Evento E (1316.35 °C): pérdida de 0.290 %. vinculada a transformaciones cerámicas de alta temperatura.

Los resultados DSC muestran cinco eventos principales:

- i. Evento F: inicia a 27.45 °C. en temperatura máxima de 56.07 °C alcanza un ΔH de 152.03 J/g. corresponde a la desorción de agua físicamente adsorbida
- ii. Evento G: inicia a 528.73 °C alcanzando un ΔH de 39.95 J/g a 561.09 °C de temperatura máxima. el ΔH no es muy alto. corresponde a la deshidroxilación inicial de la estructura laminar.
- iii. Evento H: inicia a 711.98 °C alcanzando un ΔH 24.30 J/g a 743.56 °C de temperatura máxima. asociado a la deshidroxilación profunda y colapso estructural.
- iv. Evento I: inicia a 844.24 °C alcanzando un ΔH 18.80 J/g a 863.40 °C de temperatura máxima. transformaciones cerámicas avanzadas (reordenamiento de la fase amorfa. formación de fases de alta estabilidad).
- v. Evento I: inicia a 1365.15 °C alcanzando un ΔH 1.116 J/g a 1374.89 °C de temperatura máxima. transformaciones cerámicas avanzadas (reordenamiento de la fase amorfa. formación de fases de alta estabilidad).

PANEL FOTOGRÁFICO	
Equipo utilizado	
Fotografía del crisol con la muestra: a) antes del análisis b) después del análisis	

NOTA

Este informe no podrá ser reproducido, parcial ni totalmente, sin la autorización expresa y por escrito del CIALE. La información contenida en este informe está basada en pruebas y observaciones realizadas por el laboratorio en las muestras recibidas, bajo las condiciones descritas. Los resultados que se muestran solo son válidos para cada muestra tal como fue recibida, y no deben de ser usadas como una declaración de conformidad respecto a normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El laboratorio no se hace responsable de la información

proporcionada por el cliente que forma parte de este informe.

CONCLUSIONES: en el quemado de ladrillos

- 1- Mediante análisis termogravimétrico y calorimetría diferencial de barrido (DSC-TGA). se estudió el comportamiento térmico de la arcilla TGA_M-U entre 25 °C y 1400 °C.
- 2- La muestra mostró una baja pérdida total de masa (5.54 %). atribuida principalmente a la desorción de humedad y la deshidroxilación de los minerales arcillosos. Se puede evidenciar en los eventos A. B. C. D. E.
- 3- Los eventos endotérmicos observados (F. G. H. I. J) confirman un proceso de transformación progresiva hacia fases cerámicas estables. con una marcada deshidroxilación entre 600–800 °C y estabilidad estructural por encima de 1000 °C.

RECOMENDACIONES:

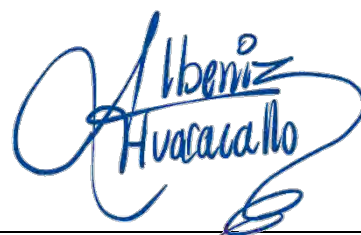
- 1- La temperatura de cocción de ladrillos de arcilla cocida se considera de 850 a 1000 °C. por lo tanto. el análisis del DSC-TGA debe tomarse en cuenta hasta esa temperatura.
- 2- Para un análisis de arcillas más completos se recomienda complementar ensayos adicionales como DRX. FRX. SEM y propiedades físicas-mecánicas. densidad. distribución de tamaño de grano. ensayo de compresión. ensayo de dilatometría.

- Se adjunta Reporte de análisis TGA_M-U.pdf
- Data en formato Exel TGA_M-U.xls
- Termograma DSC TGA_M-U_DSC.pdf
- Termograma TGA DSC TGA_M-U_TGA_DSC.pdf
- Termograma TGA DTG TGA_M-U_TGA_DTG.pdf
- Comprobante de pago F007-00000838.pdf

Arequipa 27 de febrero de 2026

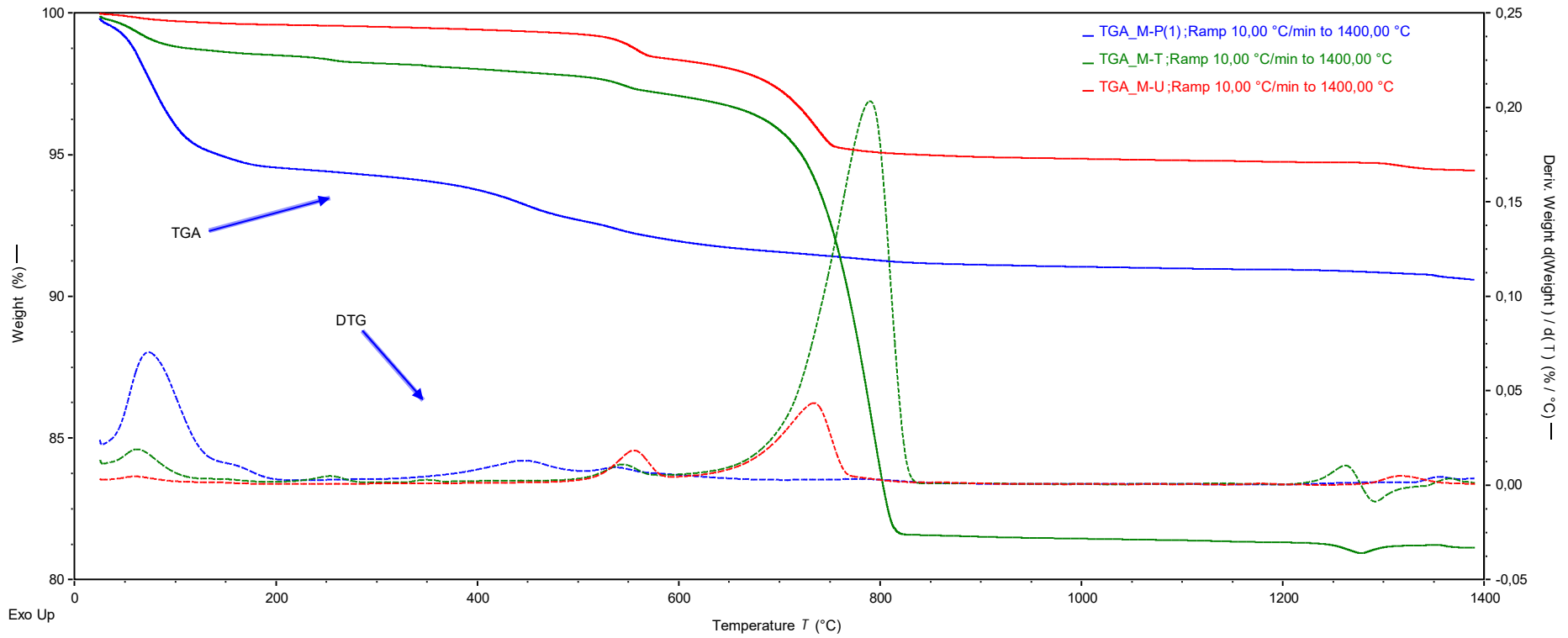


Dr. Rivalino Guzman Ale
Coordinador de Laboratorio
FECHA DE EMISIÓN 27/02/2026



Albeniz Huaracallo Idme
Especialista de Laboratorio
FECHA DE EMISIÓN 27/02/2026

Overlay UNSAAC





METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECIFICO) DEL AGREGADO FINO. NTP 400.022 2013.

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION
SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.
UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.
FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1 **MUESTRA** : Q
N° ESTRATO : 2 **ESTRATO** : E02
PROFUNDIDAD : 1.50 m. **POTENCIA** : 1.20 m.

1	Peso muestra seca (gr.) ($W_{muestra}$)	=	100.14
2	Peso picnómetro seco y vacio (gr.) ($W_{picnómetro}$)	=	147.84
3	Peso picnómetro + muestra (gr.) ($W_{picnómetro + muestra}$)	=	247.98
4	Peso picnómetro lleno de agua a 25°C (gr.) ($W_{picnómetro + agua}$)	=	646.68
5	Peso picnómetro + muestra + agua a 25°C (gr.) ($W_{después del ensayo}$)	=	708.83
6	Peso específico Máximo de la muestra (Gmm)	=	2.64
7	Factor Corr. T° (18°C)	=	0.999
8	Densidad relativa (g/cm ³)	=	2.63

IMAGEN:



OBSERVACION : Picnometro de 500 ml.



METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECIFICO) DEL AGREGADO FINO. NTP 400.022 2013.

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION
SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.
UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.
FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1 **MUESTRA** : P
N° ESTRATO : 2 **ESTRATO** : E02
PROFUNDIDAD : 1.50 m. **POTENCIA** : 1.20 m.

1	Peso muestra seca (gr.) ($W_{muestra}$)	=	100.07
2	Peso picnómetro seco y vacío (gr.) ($W_{picnómetro}$)	=	147.76
3	Peso picnómetro + muestra (gr.) ($W_{picnómetro + muestra}$)	=	247.83
4	Peso picnómetro lleno de agua a 25°C (gr.) ($W_{picnómetro + agua}$)	=	646.70
5	Peso picnómetro + muestra + agua a 25°C (gr.) ($W_{después del ensayo}$)	=	708.24
6	Peso específico Máximo de la muestra (Gmm)	=	2.60
7	Factor Corr. T° (18°C)	=	0.999
8	Densidad relativa (g/cm ³)	=	2.59

IMAGEN:



OBSERVACION : Picnometro de 500 ml.



METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECIFICO) DEL AGREGADO FINO. NTP 400.022 2013.

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION
SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.
UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.
FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1 **MUESTRA** : R
N° ESTRATO : 2 **ESTRATO** : E02
PROFUNDIDAD : 1.50 m. **POTENCIA** : 1.20 m.

1	Peso muestra seca (gr.) ($W_{muestra}$)	=	100.10
2	Peso picnómetro seco y vacío (gr.) ($W_{picnómetro}$)	=	147.81
3	Peso picnómetro + muestra (gr.) ($W_{picnómetro + muestra}$)	=	247.91
4	Peso picnómetro lleno de agua a 25°C (gr.) ($W_{picnómetro + agua}$)	=	646.69
5	Peso picnómetro + muestra + agua a 25°C (gr.) ($W_{después del ensayo}$)	=	709.73
6	Peso específico Máximo de la muestra (Gmm)	=	2.70
7	Factor Corr. T° (18°C)	=	0.999
8	Densidad relativa (g/cm ³)	=	2.70

IMAGEN:



OBSERVACION : Picnometro de 500 ml.



METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECIFICO) DEL AGREGADO FINO. NTP 400.022 2013.

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION
SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.
UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.
FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1 **MUESTRA** : S
N° ESTRATO : 2 **ESTRATO** : E02
PROFUNDIDAD : 1.50 m. **POTENCIA** : 1.20 m.

1	Peso muestra seca (gr.) ($W_{muestra}$)	=	100.07
2	Peso picnómetro seco y vacío (gr.) ($W_{picnómetro}$)	=	147.94
3	Peso picnómetro + muestra (gr.) ($W_{picnómetro + muestra}$)	=	248.01
4	Peso picnómetro lleno de agua a 25°C (gr.) ($W_{picnómetro + agua}$)	=	646.39
5	Peso picnómetro + muestra + agua a 25°C (gr.) ($W_{después del ensayo}$)	=	708.79
6	Peso específico Máximo de la muestra (Gmm)	=	2.66
7	Factor Corr. T° (18°C)	=	0.999
8	Densidad relativa (g/cm ³)	=	2.65

IMAGEN:



OBSERVACION : Picnometro de 500 ml.



METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECIFICO) DEL AGREGADO FINO. NTP 400.022 2013.

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION
SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.
UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.
FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1 **MUESTRA** : T
N° ESTRATO : 2 **ESTRATO** : E02
PROFUNDIDAD : 1.50 m. **POTENCIA** : 1.20 m.

1	Peso muestra seca (gr.) ($W_{muestra}$)	=	100.06
2	Peso picnómetro seco y vacío (gr.) ($W_{picnómetro}$)	=	148.06
3	Peso picnómetro + muestra (gr.) ($W_{picnómetro + muestra}$)	=	248.12
4	Peso picnómetro lleno de agua a 25°C (gr.) ($W_{picnómetro + agua}$)	=	646.48
5	Peso picnómetro + muestra + agua a 25°C (gr.) ($W_{después del ensayo}$)	=	708.52
6	Peso específico Máximo de la muestra (Gmm)	=	2.63
7	Factor Corr. T° (18°C)	=	0.999
8	Densidad relativa (g/cm ³)	=	2.63

IMAGEN:



OBSERVACION : Picnometro de 500 ml.



METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECIFICO) DEL AGREGADO FINO. NTP 400.022 2013.

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION
SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.
UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.
FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1 **MUESTRA** : U
N° ESTRATO : 2 **ESTRATO** : E02
PROFUNDIDAD : 1.50 m. **POTENCIA** : 1.20 m.

1	Peso muestra seca (gr.) ($W_{muestra}$)	=	99.99
2	Peso picnómetro seco y vacío (gr.) ($W_{picnómetro}$)	=	147.99
3	Peso picnómetro + muestra (gr.) ($W_{picnómetro + muestra}$)	=	247.98
4	Peso picnómetro lleno de agua a 25°C (gr.) ($W_{picnómetro + agua}$)	=	646.45
5	Peso picnómetro + muestra + agua a 25°C (gr.) ($W_{después del ensayo}$)	=	708.66
6	Peso específico Máximo de la muestra (Gmm)	=	2.65
7	Factor Corr. T° (18°C)	=	0.999
8	Densidad relativa (g/cm ³)	=	2.64

IMAGEN:



OBSERVACION : Picnometro de 500 ml.



METODO DE ENSAYO DE pH SEGÚN NORMA NTP 339.073

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA

N° ESTRATO

PROFUNDIDAD

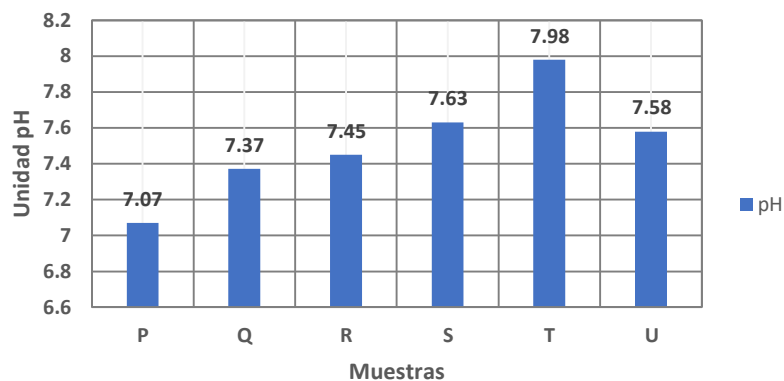
MUESTRAS

ESTRATO

POTENCIA

Muestra	% Solidos	Temperatura °C	pH	Imagen
P	20	16.9	7.07	
Q	20	15.8	7.37	
R	20	16.6	7.45	
S	20	16.6	7.63	
T	20	15.3	7.98	
U	20	16.8	7.58	

Grafico de barras de pH de muestras P, Q, R, S, T y U de suelo arcilloso (20% de solidos)



NOTA: En la grafica se muestra, que la estabilidad de la pulpa mejora de acuerdo al incremento progresivo del pH, de la muestra P a la T.



VELOCIDAD DE SEDIMENTACION (Warren et al 1998)

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1


MUESTRA : P

N° ESTRATO : 2

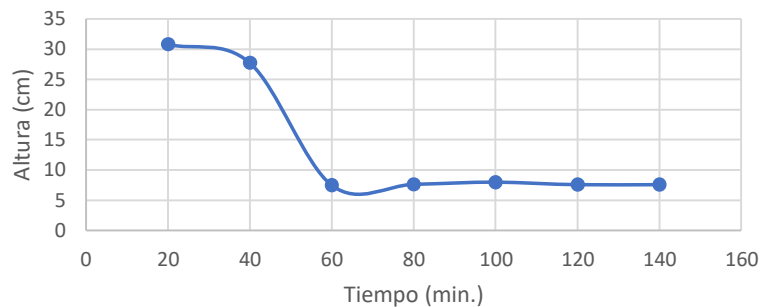
ESTRATO : E02

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

POTENCIA : 1.20 m.

Lecturas	Tiempo (min)	Altura probeta (ml)	Altura (cm)	Imagen
1	20	550	30.8	
2	40	495	27.7	
3	60	362	7.45	
4	80	350	7.63	
5	100	345	7.98	
6	120	343	7.58	
7	140	340	7.58	

**Velocidad de Sedimentacion de muestra P
(20% de solidos)**



NOTA: De la grafica de sedimentacion se obtiene que la pulpa tiene baja estabilidad.



VELOCIDAD DE SEDIMENTACION (Warren et al 1998)

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1

MUESTRA : Q

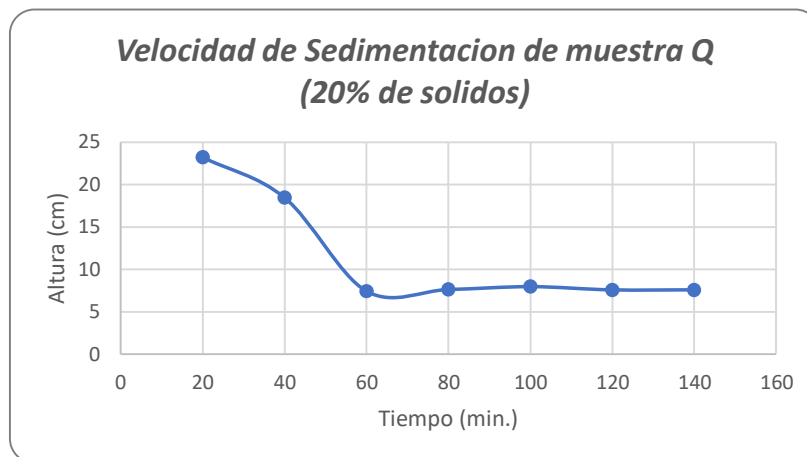
N° ESTRATO : 2

ESTRATO : E02

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

POTENCIA : 1.20 m.

Lecturas	Tiempo (min)	Altura probeta (ml)	Altura (cm)	Imagen
1	20	415	23.24	
2	40	330	18.5	
3	60	320	7.45	
4	80	315	7.63	
5	100	310	7.98	
6	120	309	7.58	
7	140	308	7.58	



NOTA: De la grafica de sedimentacion se obtiene que la pulpa es ligeramente estable.



VELOCIDAD DE SEDIMENTACION (Warren et al 1998)

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1

MUESTRA : R

N° ESTRATO : 2

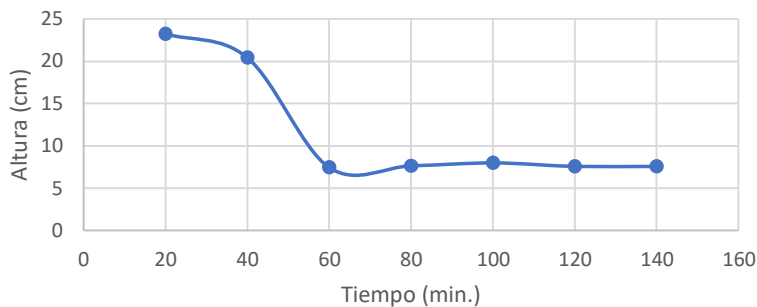
ESTRATO : E02

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

POTENCIA : 1.20 m.

Lecturas	Tiempo (min)	Altura probeta (ml)	Altura (cm)	Imagen
1	20	415	23.24	
2	40	330	18.5	
3	60	320	7.45	
4	80	315	7.63	
5	100	310	7.98	
6	120	309	7.58	
7	140	308	7.58	

**Velocidad de Sedimentacion de muestra R
(20% de solidos)**



NOTA: De la grafica de sedimentacion se obtiene que la pulpa es moderadamente estable.



VELOCIDAD DE SEDIMENTACION (Warren et al 1998)

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1

MUESTRA : T

N° ESTRATO : 2

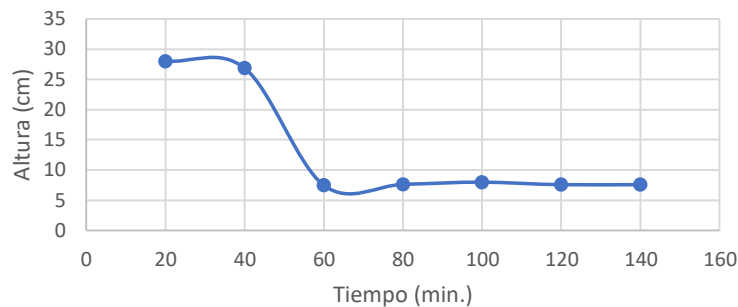
ESTRATO : E02

PROFUNDIDAD: 1.50 m.

POTENCIA : 1.20 m.

Lecturas	Tiempo (min)	Altura probeta (ml)	Altura (cm)	Imagen
1	20	500	28	
2	40	480	26.9	
3	60	427	7.45	
4	80	395	7.63	
5	100	387	7.98	
6	120	382	7.58	
7	140	380	7.58	

*Velocidad de Sedimentacion de muestra T
(20% de solidos)*



NOTA: De la grafica de sedimentacion se obtiene que la pulpa tiene baja estabilidad.



VELOCIDAD DE SEDIMENTACION (Warren et al 1998)

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1

MUESTRA : U

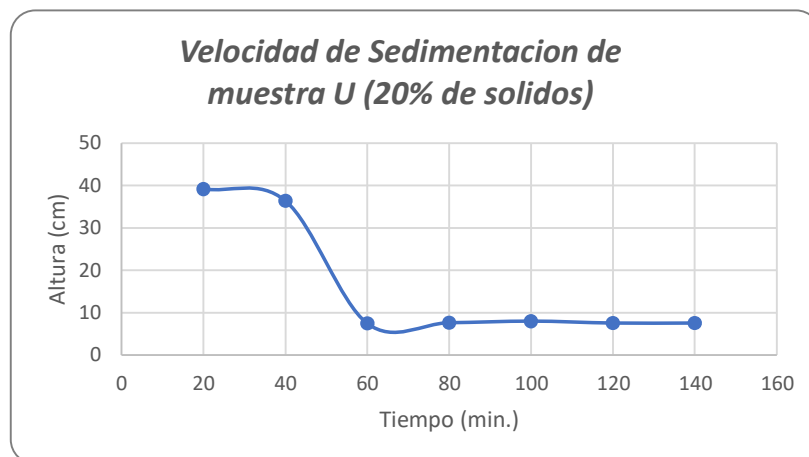
N° ESTRATO : 2

ESTRATO

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

POTENCIA

Lecturas	Tiempo (min)	Altura probeta (ml)	Altura (cm)	Imagen
1	20	700	39.2	
2	40	650	36.4	
3	60	600	7.45	
4	80	550	7.63	
5	100	510	7.98	
6	120	480	7.58	
7	140	450	7.58	



NOTA: De la grafica de sedimentacion se obtiene que la pulpa tiene baja estabilidad.



MEDICION DE VISCOCIDAD CON EL REOMETRO

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1

MUESTRA : P

N° ESTRATO : 2

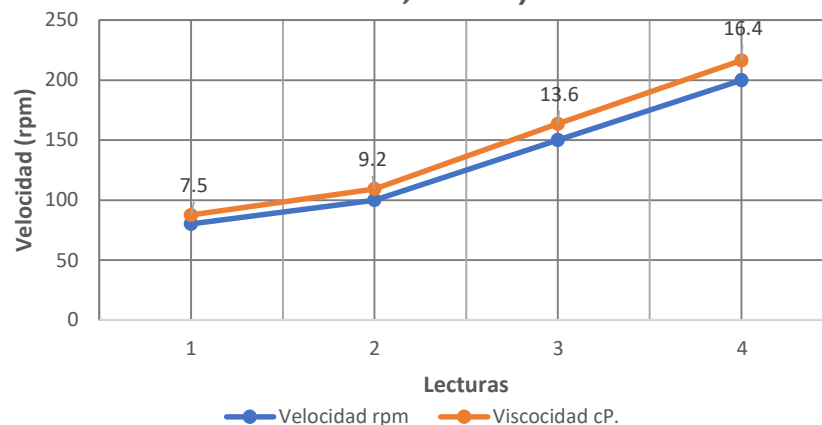
ESTRATO : E02

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

POTENCIA : 1.20 m.

Lecturas	Solidos %	Temper. °C	Numero Aguja	Veloc. rpm	Viscoc. cP	Imagen
1	20%	16.9	2	80	7.5	
2	20%	16.9	2	100	9.2	
3	20%	16.9	2	150	13.6	
4	20%	16.9	2	200	16.4	

Curva reologica de pulpa arcillosa P (20% solidos, 16.9 °C)



NOTA: La pulpa arcillosa al 20% de solidos, presenta estabilidad moderada.



MEDICION DE VISCOCIDAD CON EL REOMETRO

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1

MUESTRA : Q

N° ESTRATO : 2

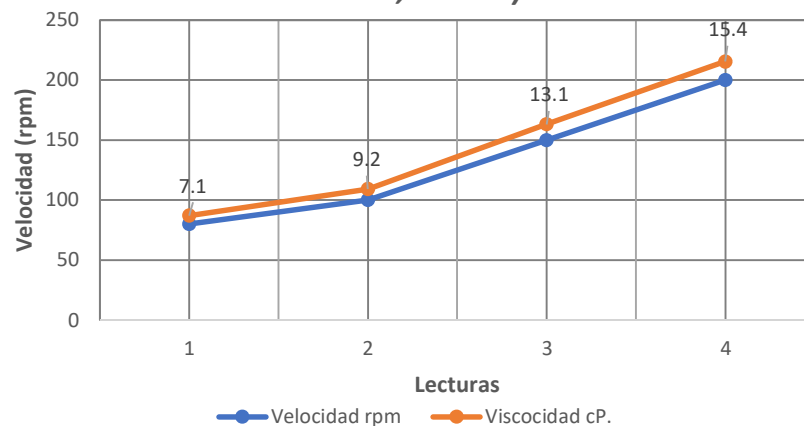
ESTRATO : E02

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

POTENCIA : 1.20 m.

Lecturas	Solidos %	Temper. °C	Numero Aguja	Veloc. rpm	Viscoc. cP	Imagen
1	20%	16.9	2	80	7.1	
2	20%	16.9	2	100	9.2	
3	20%	16.9	2	150	13.6	
4	20%	16.9	2	200	15.4	

Curva reologica de pulpa arcillosa Q (20% de solidos, 15.8 °C)



NOTA: La pulpa arcillosa al 20% de solidos, presenta estabilidad media a buena.



MEDICION DE VISCOCIDAD CON EL REOMETRO

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1

MUESTRA : R

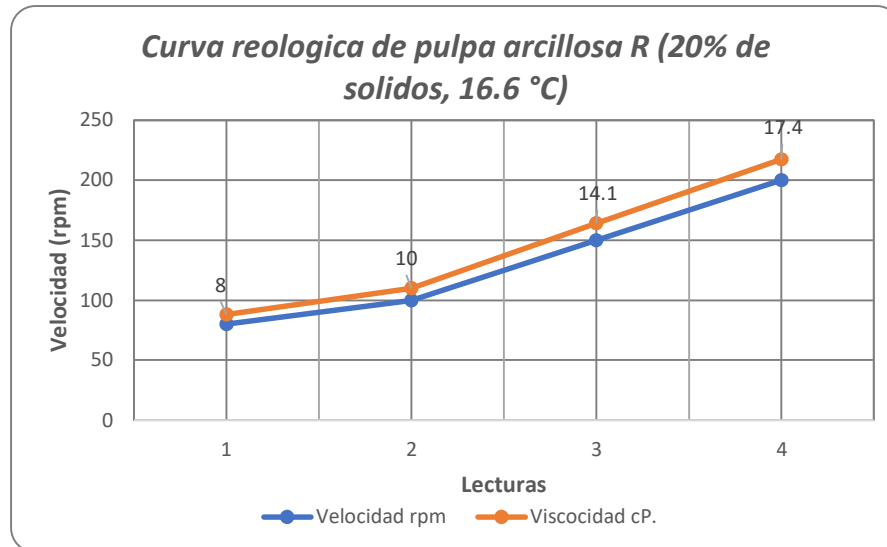
N° ESTRATO : 2

ESTRATO : E02

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

POTENCIA : 1.20 m.

Lecturas	Solidos %	Temper. °C	Numero Aguja	Veloc. rpm	Viscoc. cP	Imagen
1	20%	16.6	2	80	8	
2	20%	16.6	2	100	10	
3	20%	16.6	2	150	14.1	
4	20%	16.6	2	200	17.4	



NOTA: La pulpa arcillosa al 20% de solidos, presenta estabilidad moderada a baja.



MEDICION DE VISCOCIDAD CON EL REOMETRO

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1

MUESTRA : S

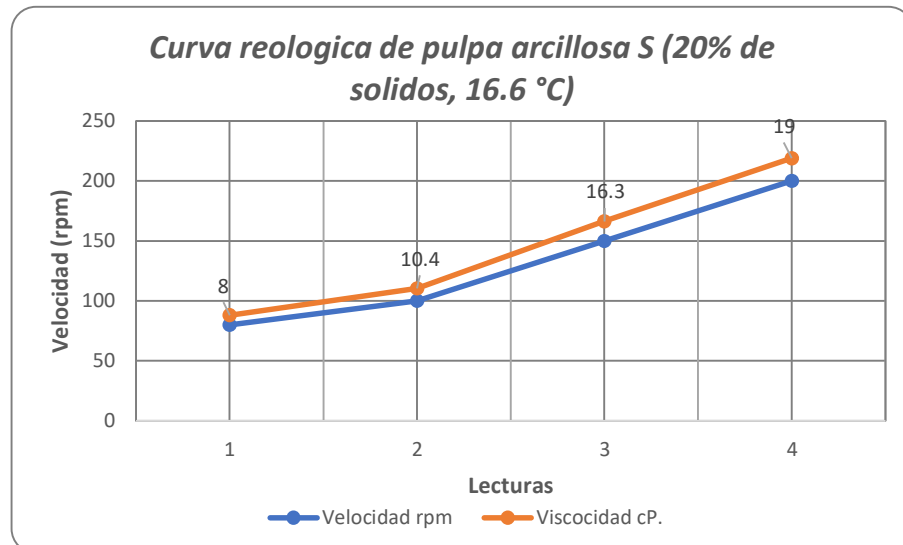
N° ESTRATO : 2

ESTRATO : E02

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

POTENCIA : 1.20 m.

Lecturas	Solidos %	Temper. °C	Numero Aguja	Veloc. rpm	Viscoc. cP	Imagen
1	20%	16.6	2	80	8	
2	20%	16.6	2	100	10.4	
3	20%	16.6	2	150	16.3	
4	20%	16.6	2	200	19	



NOTA: La pulpa arcillosa al 20% de solidos, presenta estabilidad moderada a buena.



MEDICION DE VISCOCIDAD CON EL REOMETRO

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1

MUESTRA : T

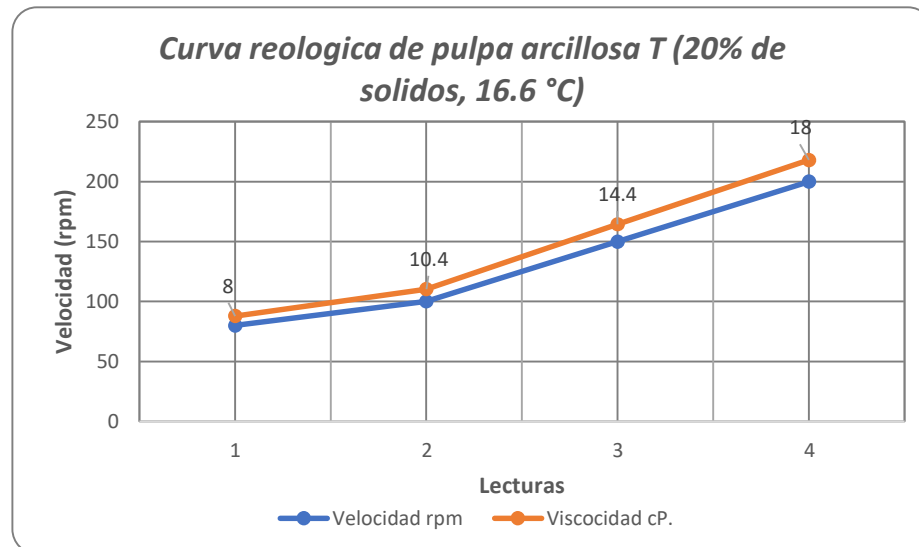
N° ESTRATO : 2

ESTRATO : E02

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

POTENCIA : 1.20 m.

Lecturas	Solidos %	Temper. °C	Numero Aguja	Veloc. rpm	Viscoc. cP	Imagen
1	20%	16.6	2	80	8	
2	20%	16.6	2	100	10.4	
3	20%	16.6	2	150	14.4	
4	20%	16.6	2	200	18	



NOTA: La pulpa arcillosa al 20% de solidos, presenta estabilidad moderada.



MEDICION DE VISCOCIDAD CON EL REOMETRO

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y LA FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOCLLACTA, ANTA, CUSCO 2017.

SOLICITANTE : BACH. VALENTIN W. HUALLPARIMACHI CCAPCHA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO.

FECHA : 27 DE ENERO DE 2026

CALICATA : 1

MUESTRA : U

N° ESTRATO : 2

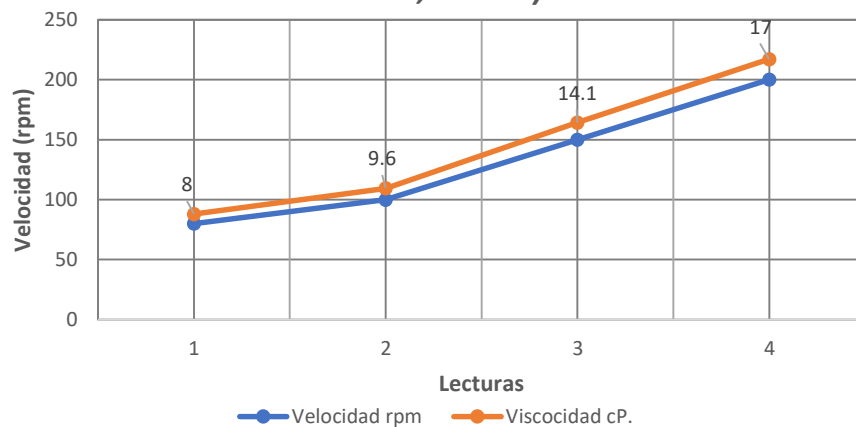
ESTRATO : E02

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

POTENCIA : 1.20 m.

Lecturas	Solidos %	Temper °C	Numero Aguja	Veloc. rpm	Viscoc. cP	Imagen
1	20%	16.6	2	80	8	
2	20%	16.6	2	100	9.6	
3	20%	16.6	2	150	14.1	
4	20%	16.6	2	200	17	

Curva reologica de pulpa arcillosa U (20% de solidos, 16.6 °C)



NOTA: La pulpa arcillosa al 20% de solidos, presenta estabilidad moderada.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PRISMAS DE ALBAÑILERIA

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por prismas de albañilería

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOQLLAQTA- ANTA- CUSCO

SOLICITADO: TESIS MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL- UNSAAC

FECHA: CUSCO, ENERO DE 2021.

OBSERVACION: Los lblockers han sido proporcionados por el Solicitante.

N°	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		LARGO	ANCHO	ALTURA	DIAL	RESISTENCIA
		MOLDEO	ROTURA	(cm)	(cm)	(cm)	(Mpa)	(kg/cm2)
1	BLOCKER B2	De Fabrica	25/01/2021	28.50	11.80	18.00	7.385	75.3
2	BLOCKER B2	De Fabrica	25/01/2021	29.00	11.90	18.50	6.136	62.6
3	BLOCKER B2	De Fabrica	25/01/2021	29.00	11.60	18.50	7.485	76.3



Ing. Rosendo Motta Zevallos
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 79776



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PRISMAS DE ALBAÑILERIA

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por prismas de albañilería

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOQLLAQTA- ANTA- CUSCO

SOLICITADO: TESIS MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL- UNSAAC

FECHA: CUSCO, ENERO DE 2021.

OBSERVACION: Los lblockers han sido proporcionados por el Solicitante

N°	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	DIAL (Mpa)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA					
1	BLOCKER B3	De Fabrica	25/01/2021	29.20	12.00	19.00	5.459	55.7
2	BLOCKER B3	De Fabrica	25/01/2021	28.80	11.90	18.70	6.632	67.6
3	BLOCKER B3	De Fabrica	25/01/2021	29.40	11.80	18.80	8.201	83.7




 Ing. Rosendo Motta Zevallos
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 79776

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PRISMAS DE ALBAÑILERIA

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por prismas de albañilería

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOQLLAQTA- ANTA- CUSCO

SOLICITADO: TESIS MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL- UNSAAC

FECHA: CUSCO, ENERO DE 2021.

OBSERVACION: Los lblockers han sido proporcionados por el Solicitante.

Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		LARGO	ANCHO	ALTURA	DIAL	RESISTENCIA
		MOLDEO	ROTURA	(cm)	(cm)	(cm)	(Mpa)	(kg/cm2)
1	BLOCKER B4	De Fabrica	25/01/2021	29.40	12.30	18.80	1.601	16.3
2	BLOCKER B4	De Fabrica	25/01/2021	29.80	12.50	19.00	2.026	20.7
3	BLOCKER B4	De Fabrica	25/01/2021	29.50	12.50	18.70	2.271	23.2



M. Z.

Ing. Rosendo Motta Zavallos
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 79776



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PRISMAS DE ALBAÑILERIA

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por prismas de albañilería

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOQLLAQTA- ANTA- CUSCO

SOLICITADO: TESIS MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL- UNSAAC

FECHA: CUSCO, ENERO DE 2021.

OBSERVACION: Los Iblockers han sido proporcionados por el Solicitante.

Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	DIAL (Mpa)	RESISTENCIA (kg/cm2)
		MOLDEO	ROTURA					
1	BLOCKER B6	De Fabrica	25/01/2021	29.50	12.50	19.00	2.393	24.4
2	BLOCKER B6	De Fabrica	25/01/2021	29.50	12.50	19.50	2.903	29.6
3	BLOCKER B6	De Fabrica	25/01/2021	29.80	12.40	19.00	2.145	21.9



Ing. Rosendo Motta Zevallos
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 7977



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PRISMAS DE ALBAÑILERIA

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por prismas de albañilería

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOQLLAQTA- ANTA- CUSCO

SOLICITADO: TESIS MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL- UNSAAC

FECHA: CUSCO, ENERO DE 2021.

OBSERVACION: Los lblockers han sido proporcionados por el Solicitante.

Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		LARGO	ANCHO	ALTURA	DIAL	RESISTENCIA
		MOLDEO	ROTURA	(cm)	(cm)	(cm)	(Mpa)	(kg/cm2)
1	BLOCKER B7	De Fabrica	25/01/2021	29.50	12.50	18.80	2.915	29.7
2	BLOCKER B7	De Fabrica	25/01/2021	29.50	12.30	19.00	2.553	26.0
3	BLOCKER B7	De Fabrica	25/01/2021	29.50	12.80	19.00	3.272	33.4



Ing. Rosendo Motta Zevallos
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 24711



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PRISMAS DE ALBAÑILERIA

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por prismas de albañilería

TESIS : CONTROL DE CALIDAD DE ARCILLA Y FACTIBILIDAD DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CONCESION SAN ROQUE, COMUNIDAD DE MOSOQLLAQTA- ANTA- CUSCO

SOLICITADO: TESIS MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL- UNSAAC

FECHA: CUSCO, ENERO DE 2021.

OBSERVACION: Los lblockers han sido proporcionados por el Solicitante.

Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	DIAL (Mpa)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA					
1	BLOCKER BN	De Fabrica	25/01/2021	28.80	12.30	18.00	6.124	62.5
2	BLOCKER BN	De Fabrica	25/01/2021	28.50	11.80	18.20	8.196	83.6
3	BLOCKER BN	De Fabrica	25/01/2021	28.50	12.00	18.20	8.393	85.6



Ing. Rosendo Motta Zevallos
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 79776



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS Y GEOTECNIA



ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA NTP 399.613, 2017.

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2024.
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
Fecha : 03 de octubre del 2025.

ENSAYO DE ABSORCION DE LADRILLOS DE ARCILLA

CODIGO	Peso Seco del Especimen (g)				Peso Saturado del Especimen (g)				Absorcion (%)			
	Wd1	Wd2	Wd3	WdP	Ws1	Ws2	Ws3	WsP	A1	A2	A3	AP
Blocker B1	4650.0	4600.0	4673.0	4641.0	5337.0	5271.0	5361.0	5323.0	14.8	14.6	14.7	14.7
Blocker B2	4550.0	4451.0	4486.0	4495.7	5206.0	5064.0	5113.0	5127.7	14.4	13.8	14.0	14.1
Blocker B3	4640.0	4593.0	4617.0	4616.7	5305.0	5287.0	5317.0	5303.0	14.3	15.1	15.2	14.9
Blocker B4	5067.0	5013.0	4994.0	5024.7	6008.0	5889.0	5909.0	5935.3	18.6	17.5	18.3	18.1
Blocker B6	4601.0	4517.0	4449.0	4522.3	5361.0	5288.0	5196.0	5281.7	16.5	17.1	16.8	16.8
Blocker B7	5199.0	5089.0	5095.0	5127.7	5997.0	5954.0	5930.0	5960.3	15.3	17.0	16.4	16.2
Blocker B-N	4943.0	4899.0	4883.0	4908.3	5570.0	5524.0	5520.0	5538.0	12.7	12.8	13.0	12.8
PROMEDIO				4762.3				5495.6				15



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS Y GEOTECNIA



ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA NTP 399.613, 2017.

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2024.
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
Fecha : 03 de octubre del 2025.

ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE LADRILLOS DE ARCILLA

CODIGO	Longitud (cm)					Ancho (cm)					Altura (cm)							
	L1	L2	L3	L4	PL	A1	A2	A3	A4	PA	H1	H2	H3	H4	PH			
Blocker B1	29.3	28.9	29.0	29.6	29.2	12.0	11.8	12.0	12.1	12.0	18.5	18.4	18.7	18.6	18.6			
Blocker B2	29.0	28.9	29.4	28.9	29.1	11.9	11.7	12.0	11.9	11.9	18.3	18.5	18.5	18.4	18.4			
Blocker B3	28.6	28.6	29.1	28.7	28.8	11.9	11.9	11.8	11.9	11.9	18.3	18.4	18.1	18.4	18.3			
Blocker B4	29.4	29.0	29.2	28.9	29.1	11.7	12.1	12.1	11.7	11.9	18.5	18.7	18.4	18.5	18.5			
Blocker B6	29.1	28.8	29.3	29.0	29.1	12.1	12.1	11.9	11.7	12.0	18.7	18.4	18.7	18.5	18.6			
Blocker B7	28.9	29.1	28.6	29.3	29.0	12.1	11.9	12.0	12.1	12.0	18.4	18.7	18.7	18.6	18.6			
Blocker B-N	28.6	29.0	28.9	28.5	28.8	11.9	11.8	11.9	11.8	11.9	18.0	18.0	18.4	17.6	18.0			
Promedio (cm)					MP=	29.0					MP=	11.9					MP=	18
Especificada del Fabricante (cm)					ME=	29.0					ME=	12.0					ME=	18
Desviacion Estandar					DS=	0.2					DS=	0.1					DS=	0.2
Variacion Dimensional					V%=	0%					V%=	1%					V%=	-2%
Var. Dim. Max. Norma E.070(%)					VDM=	+/- 4%					VDM=	+/- 6%					VDM=	+/- 4%



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS Y GEOTECNIA



ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA NTP 399.613, 2017.

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2024.
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
Fecha : 03 de octubre del 2025.

ENSAYO DE MEDIDA DEL ALABEO DE LADRILLOS DE ARCILLA

CODIGO	MEDIDA DEL ALABEO							
	CARA A		CARA B		MAYOR		BORDES	
	X(mm)	Y(mm)	X(mm)	Y(mm)	X(mm)	Y(mm)	SUPERIOR	INFERIOR
Blocker B1	CC-2.0	CC-1.5	CC-1.0	CC-1.5	2	1.5	1.5	3
Blocker B2	CC-1.0	CC-2.0	CC-0.5	CC-1.0	2	1	3	1
Blocker B3	CC-3.0	CC-1.0	CC-2.0	CC-2.0	3	2	5	5
Blocker B4	CC-1.5	CC-2.5	CC-2.0	CC-2.5	2.5	2	3	4
Blocker B6	CC-1.0	CC-1.5	CC-2.0	CC-0.0	1.5	2	2	4
Blocker B7	CC-1.5	CC-0.5	CC-1.5	CC-2.5	1.5	2.5	3.5	3
Blocker B-N	CC-1.0	CC-1.5	CC-1.0	CC-0.0	1.5	1	2	3
PROMEDIO					2.0	1.7	2.9	3.3



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS Y GEOTECNIA



ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA NTP 399.613, 2017.

Tesis : Control de calidad de arcilla y la factibilidad de fabricación de ladrillos en la concesión San Roque, Comunidad de Mosocllacta, Anta, Cusco 2024.
Solicitante : Bach. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha
Ubicación : Distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco.
Fecha : 03 de octubre del 2025.

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACIOS DE LADRILLOS DE ARCILLA

CODIGO	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso (g)		Vu (cm ³)	Vs (ml)	% Vacios
				Vol.500 ml	Vol.Vacios			
Blocker B1	29.20	11.98	18.55	756.92	5615.01	6486.38	3709.12	57%
Blocker B2	29.05	11.88	18.43	756.92	5510.78	6356.05	3640.27	57%
Blocker B3	28.75	11.90	18.30	756.92	5435.95	6260.89	3590.84	57%
Blocker B4	29.13	11.90	18.53	756.92	5487.28	6420.53	3624.74	56%
Blocker B6	29.05	11.95	18.58	756.92	5565.43	6448.26	3676.37	57%
Blocker B7	28.98	12.03	18.60	756.92	5598.72	6480.69	3698.36	57%
Blocker B-N	28.75	11.88	18.00	756.92	5066.43	6145.31	3346.74	54%
PROMEDIO					5468.51	6371.16	3612.35	57%

ANEXO 6: REGISTRO FOTOGRAFICO



Foto 1 y 2. Se puede apreciar de izquierda a derecha la topografía de la zona de estudio, talud de color marrón con afloramiento de arcilla y afloramiento de roca caliza de color gris claro y crema.



Fotos 3, 4 y 5. Calicatas excavadas manualmente en los puntos definidos de acuerdo al mapeo geológico y muestreo de las mismas.

ANEXO 6: REGISTRO FOTOGRAFICO



Fotos 6 y 7. Se aprecia de izquierda a derecha muestreo de taludes de material arcilla crema con presencia de carbonatos y suelo limoso de color marrón claro.



Fotos 8 y 9. Se aprecia de izquierda a derecha equipo de trabajo y movilidad para el transporte de sacos de muestras a la ciudad del Cusco; Seguidamente cuarteo, embolsado y codificación de muestras para envío y traslado a los laboratorios.

ANEXO 6: REGISTRO FOTOGRAFICO



Fotos 10 y 11. Se aprecia de izquierda a derecha muestras preparadas para análisis por Fluorescencia de Rayos X y equipo de Fluorescencia de rayos X con energía dispersiva (Laboratorio LABINVSERV – UNSA – Arequipa).

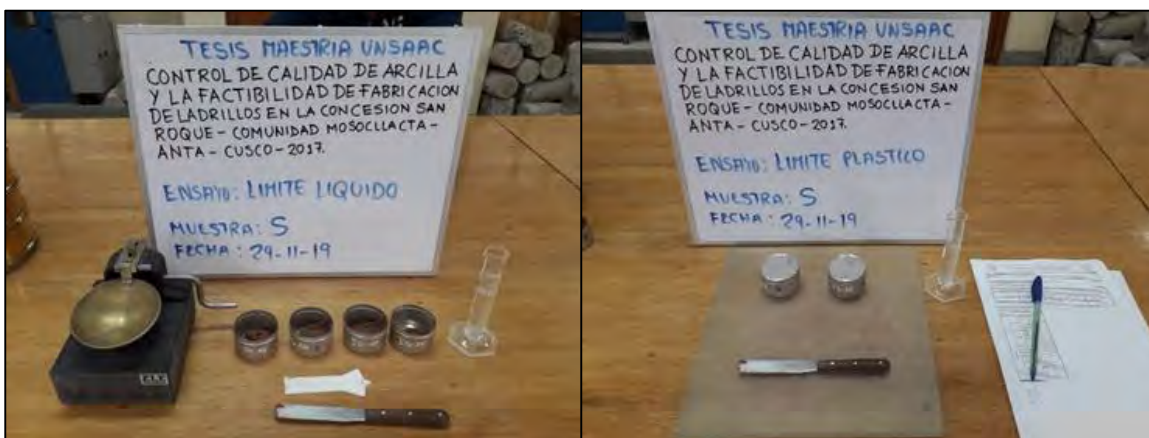


Fotos 12 y 13. Se aprecia de izquierda a derecha muestras preparadas para análisis por difracción de Rayos X y equipo Difractometro de rayos X (Laboratorio LABINVSERV – UNSA – Arequipa).

ANEXO 6: REGISTRO FOTOGRAFICO



Fotos 14 y 15. Se aprecia de izquierda a derecha ensayo granulométrico por tamizado de suelo arcilloso y ensayo granulométrico por tamizado de suelo limoso.



Fotos 16 y 17. Se aprecia de izquierda a derecha equipo para ensayo de Limite líquido y herramientas para ensayo de Limite plástico.

ANEXO 6: REGISTRO FOTOGRAFICO



Fotos 18 y 19. Se aprecia de izquierda a derecha retroexcavadora extrayendo del talud arcilla marrón oscuro para preparar mezclas para ladrillos de prueba y retroexcavadora extrayendo del talud arcilla de color crema para preparar mezclas para ladrillos de prueba.



Fotos 20 y 21. Se aprecia de izquierda a derecha retroexcavadora acopiando en cancha materiales seleccionados para realizar las mezclas para ladrillos y minicargador recogiendo una de las mezclas de suelos para ladrillo y cargar al volquete que lo llevara a la tolva de la planta de fabricación de ladrillos.

ANEXO 6: REGISTRO FOTOGRAFICO

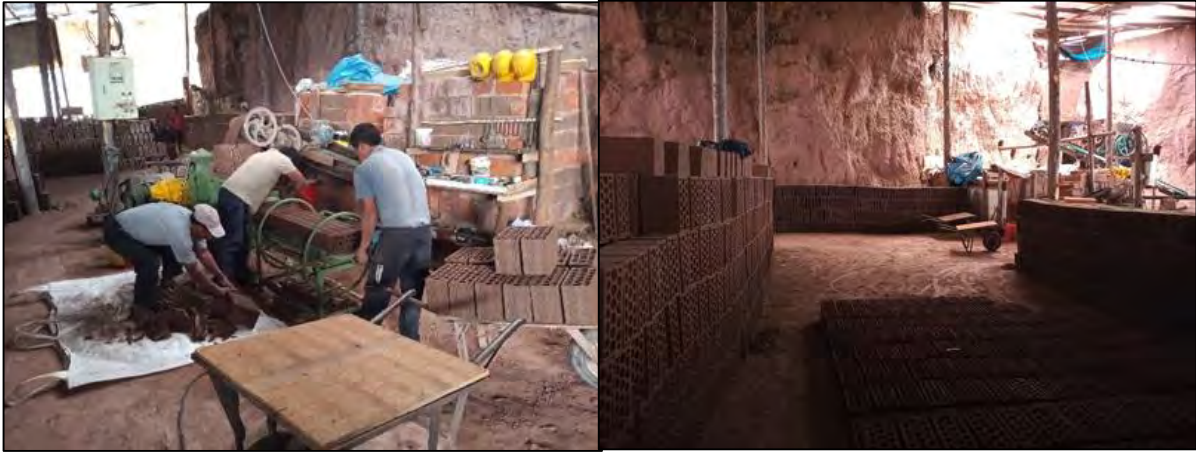


Fotos 22 y 23. Se aprecia de izquierda a derecha minicargador levantando otra mezcla de suelos para ladrillo y descargando en la tolva de volquete que lo llevara a la tolva de la planta de fabricación de ladrillos.



Fotos 24 y 25. De izquierda a derecha se aprecia flujo de producción de ladrillos de arcilla, seguidamente en color verde se observa extrusora con molde de ladrillo Blocker 12.

ANEXO 6: REGISTRO FOTOGRAFICO



Fotos 26 y 27. De izquierda a derecha se aprecia extrusora en pleno moldeado de ladrillos Blocker 12 y espacio para acopio de ladrillos crudos.



Fotos 28 y 29. De izquierda a derecha se aprecia ladrillos Blocker 12 seleccionados y codificados para realizar ensayo de compresión simple y colocado de ladrillo en prensa de compresión para ejecutar el ensayo.

ANEXO 6: REGISTRO FOTOGRAFICO



Fotos 30, 31 y 32. De izquierda a derecha se aprecia procedimiento de ensayo de absorción por inmersión en agua fría por 24h de ladrillos Blocker 12, como pesado de ladrillo, saturación por inmersión y secado al aire para pesado.