



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**  
**MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**



**DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN  
PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS  
RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO –  
VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:**  
**AYDE BRIGIDA LIPA VEGA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL  
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

**JULIACA – PERÚ**  
**2024**




**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**  
**MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**


**DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA**

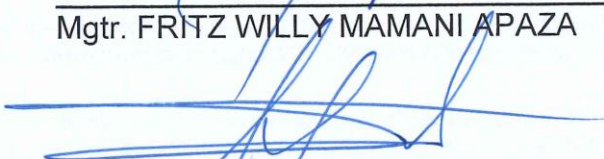
**TESIS PRESENTADA POR:**  
**AYDE BRIGIDA LIPA VEGA**


**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**  
**MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE** :   
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

**PRIMER MIEMBRO** :   
Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**SEGUNDO MIEMBRO** :   
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

**ASESOR DE TESIS** :   
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 180-2024-D-EPG-UANCV/J**

Juliaca, 11 de julio del 2024

**VISTOS:**

El expediente N° 2024-05420, presentado por el (la) Bachiller **LIPA VEGA AYDE BRIGIDA**, con número de DNI. **80669351**, asignado (a) con código de matrícula **1510100996**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de la Sede Central Juliaca.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (a) Bach. **LIPA VEGA AYDE BRIGIDA**, con número de DNI. **80669351**, asignado (a) con código de matrícula **1510100996**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, ha solicitado fecha, hora y modalidad de sustentación de la Tesis titulada: **DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50** y;

Que, el (a) referido (a) Dictamen de Tesis aprobado por los jurados el 18 de abril del 2024. Establece la fecha de sustentación; habiendo para el efecto cumplido los requisitos establecidos en el reglamento para la Obtención del Grado Académico de Magíster/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Artículo 66 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Postgrado es un trabajo de investigación original y crítico, de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO. - DECLARAR EXPEDITO** para la Sustentación de la Tesis titulada: **DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA** Elaborado por el (la) Bachiller **LIPA VEGA AYDE BRIGIDA**. Integrado por los siguientes docentes:

<b>Presidente del Jurado</b>	<b>:</b>	<b>Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA</b>
<b>Miembro del Jurado</b>	<b>:</b>	<b>Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA</b>
<b>Miembro del Jurado</b>	<b>:</b>	<b>Mgtr. ARNALDO YANA TORRES</b>
<b>Asesor de Tesis</b>	<b>:</b>	<b>Dr. EFRAIN PARILLO SOSA</b>

**ARTÍCULO SEGUNDO. -** El proceso de la Sustentación de la Tesis en mención, se llevará a cabo:

<b>Fecha</b>	<b>:</b>	<b>Lunes 22 de julio del 2024</b>
<b>Hora</b>	<b>:</b>	<b>02:00 p.m.</b>
<b>Lugar</b>	<b>:</b>	<b>Aula N° 310 EPG - UANCV - JULIACA</b>

A cuya finalización el Jurado registrará los resultados en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis de Maestría con el grado **MAESTRO** de los estudiantes que ingresaron después a la aprobación de la ley Universitaria N° **30220**.

**ARTÍCULO TERCERO. -** Elévese la presente Resolución al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 ESCUELA DE POSGRADO  
 Dr. Leopoldo Wenceslao Candau Coni  
 DIRECTOR (e)

Cc./Archv.EPG (01)  
 Interesado (01)  
 Cargo (01)  
 Jurados (03)  
 Asesor (01)  
 Expediente (01)  
 UANCV



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°0756-2024-USA-EPG/UANCV**

Juliaca, 28 de Junio del 2024

**VISTOS:**

El expediente N°. **05420**, Presentado por el (a) **Bach. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA**, con número de DNI **80669351** y con Código de matrícula N.º **1510100996**, quien solicita cambio primer miembro del Proyecto de Tesis titulado: **DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA** Líneas de Investigación: **TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50**, Para optar el Grado Académico de **MAESTRO** en **INGENIERÍA CIVIL**, mención en: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", de la Sede Central Juliaca.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (a) **Bach. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA**, quien solicita el cambio del primer miembro de jurado, aprobado con Resolución Directoral N° **1004-2022-USA-EPG/UANCV**, de fecha **22 de Diciembre del 2022**, en el que se le asignó como primer miembro al Dr. **Ronald Madera Terán**; el mismo que se cambia por indisponibilidad de tiempo.

Que, el referido Dictamen de Tesis fue aprobado por los jurados el 13 de Diciembre del 2022, registrado en el Folio N° 003455 del Libro de Registro de Proyectos de Investigación de Maestría, establece que se encuentra apto para ser desarrollado a lo establecido en el reglamento de Grado de Investigación conducente al Grado Académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Reglamento General de la escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad y de alto valor científico.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**PRIMERO.- ACEPTAR EL CAMBIO DEL PRIMER MIEMBRO DE JURADO**, para su revisión de la Tesis titulada: **DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA** presentado por el (a) **Bach. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA**, conformado por los siguientes docentes:

- Presidente** : Dr. **OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- Primer Miembro** : Mgtr. **FRITZ WILLY MAMANI APAZA**
- Segundo Miembro** : Mgtr. **ARNALDO YANA TORRES**
- Asesor** : Dr. **EFRAIN PARILLO SOSA**

**SEGUNDO- AUTORIZAR** el desarrollo de Tesis, de acuerdo al Reglamento de Investigación conducente al Grado Académico de **MAESTRO** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

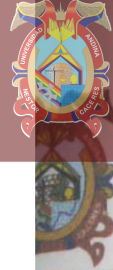
**TERCERO.- ELEVAR** al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento, así como a la Oficina de Economía, para cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese,



*[Handwritten Signature]*  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA DE POSGRADO  
Dr. Leopoldo Yanoesha Gamboa Cari  
DIRECTOR (e)

Cc /CARGO (01)  
ARCHIVO EPG – 2024 (01)  
INTERESADO (01)  
LWCCieVVRCH



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1170-2023-USA-EPG/UANCV**

Juliaca, 29 de Noviembre del 2023

**VISTOS:**

El expediente N° **011542**. Presentado por el (a) **Bach: AYDE BRIGIDA LIPA VEGA**, con número de DNI **80669351** y asignado (a) con código de matrícula N° **1510100996**, quien solicita **cambio del PRESIDENTE DE LA TERNA DEL JURADO DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN** del Proyecto de Tesis titulado: **DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA** Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50** Para optar el Grado Académico de **MAESTRO**, en **INGENIERÍA CIVIL** mención en: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", Sede Central **Juliaca**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (a) **Bach: AYDE BRIGIDA LIPA VEGA**, quien solicita el cambio del presidente del jurado del comité de investigación, aprobado con Resolución Directoral **No. 1004-2022-USA-EPG/UANCV**, de fecha **22 de Diciembre del 2022**, en el que se le asignó como presidente al **Dr. VICTOR JULIO HUAMAN MEZA**, el mismo que se cambia por **no tener vínculo con la UANCV**.

Que, el referido Dictamen de Tesis fue aprobado por los jurados el **13 de diciembre del 2022**, registrado en el Folio N° **003455** del Libro de Registro de Proyectos de Investigación de Maestría, establece que se encuentra apto para ser desarrollado a lo establecido en el reglamento de Grado de Investigación conducente al Grado Académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Reglamento General de la escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad y de alto valor científico.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**PRIMERO. - ACEPTAR EL CAMBIO DEL PRESIDENTE DE LA TERNA DEL JURADO DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**, para su revisión de la Tesis titulada: **DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA** Presentado por el (a) **Bach: AYDE BRIGIDA LIPA VEGA**. Conformado por los siguientes docentes:

- |                        |   |   |
|------------------------|---|---|
| <b>Presidente</b>      | : | <b>Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA</b> |
| <b>Primer Miembro</b>  | : | <b>Dr. RONALD MADERA TERAN</b>          |
| <b>Segundo Miembro</b> | : | <b>Dr. ARNALDO YANA TORRES</b>          |
| <b>Asesor (a)</b>      | : | <b>Dr. EFRAIN PARILLO SOSA</b>          |

**SEGUNDO- AUTORIZAR** el desarrollo de Tesis, de acuerdo al Reglamento de Investigación conducente al Grado Académico de **MAESTRO** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

**TERCERO.- ELEVAR** al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento, así como a la Oficina de Economía, para cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese,



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA DE POSGRADO  
*[Signature]*  
Dr. Leopoldo Venceslao Candori Cari  
DIRECTOR (e)

ARCHIVO EPG - 2023 (01)  
INTERESADO (01)  
LCC(e)/VCH



### RESOLUCION DIRECTORAL N° 1004-2022-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 22 de diciembre del 2022.

#### VISTOS:

El expediente N° 044291, de fecha 28 de noviembre del 2022, presentado por el (la) Bachiller **LIPA VEGA AYDE BRIGIDA**, con DNI N° **80669351**, código de matrícula **1510100996**, quien solicita resolución de aprobación de proyecto de tesis titulado: **DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA**. Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**, para optar el grado de **MAGISTER** en: **INGENIERÍA CIVIL** mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez Sede Central Juliaca.

#### CONSIDERANDO:

Que, en el Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad de alto valor científico.

Que, según Resolución N° 0555-2019-UANCV-CU-R, de fecha 08 de noviembre del 2019, se aprueba el Reglamento para la obtención del grado académico de Magister, Maestro, Doctor y Titulación de los Programas de Segunda Especialidad Profesional de la Escuela de Posgrado.

Que, el **Art. 17**, establece que la aprobación del proyecto de investigación de tesis para la obtención de grados académicos de Magister, Maestro, Doctor se inicia con la presentación del proyecto de investigación de tesis según corresponda, en forma individual y conforme a las recomendaciones de la Escuela de Posgrado y estándares de la investigación científica, tecnológica y humanística.

Que, en el **Art. 60**, señala que la fecha límite para la presentación del borrador de tesis es de 02 años contados desde la emisión de la resolución de aprobación del proyecto de tesis, vencido el plazo máximo el candidato a Magister, Maestro o Doctor deberá presentar un nuevo proyecto de investigación de tesis.

Que, el **Art. 21**, establece que el Director de la Escuela de Posgrado y el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, nominarán por sorteo a 03 docentes miembros del comité de investigación.

Que, mediante oficio circular N° 388-2022-USA-EPG/UANCV-J, de fecha 05 de diciembre del 2022, se nombra al Comité de Investigación del proyecto de tesis conformado por los siguientes docentes:

Presidente	:	Dr. VICTOR JULIO HUAMAN MEZA
Primer miembro	:	Dr. RONALD MADERA TERAN
Segundo miembro	:	Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
Asesor	:	Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Que, con registro N° 003455, de fecha 13 de diciembre del 2022, el Comité de Investigación del proyecto de tesis titulado: **DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA**. Presentado por el (la) Bachiller **LIPA VEGA AYDE BRIGIDA**, cumple con los lineamientos y contenidos establecidos en reglamento de grado de investigación conducentes al grado académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado y en el artículo 76 del Estatuto Universitario:

#### SE RESUELVE:

**PRIMERO: APROBAR**, el Proyecto de investigación de Tesis de maestría y **AUTORIZAR** el desarrollo de la Tesis, titulado: **DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA**. Presentado por el (la) Bachiller **LIPA VEGA AYDE BRIGIDA**, para obtener el grado académico de **MAESTRO** en: **INGENIERÍA CIVIL** mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la UANCV.

**SEGUNDO: ELEVAR** al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo, Vicerrectorado de Investigación, Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento y cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Steven Aguilar del Pilar Chumbi Cutacora  
DIRECTOR(a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Graciela Bernal Salas  
SECRETARIA ACADÉMICA

C/CARGO (01)  
ARCHIVO EPG 2022 (01)  
INTERESADO (01)  
MAPCCreep



## DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA

### INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	4%
3	<a href="http://www.academia.edu">www.academia.edu</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%

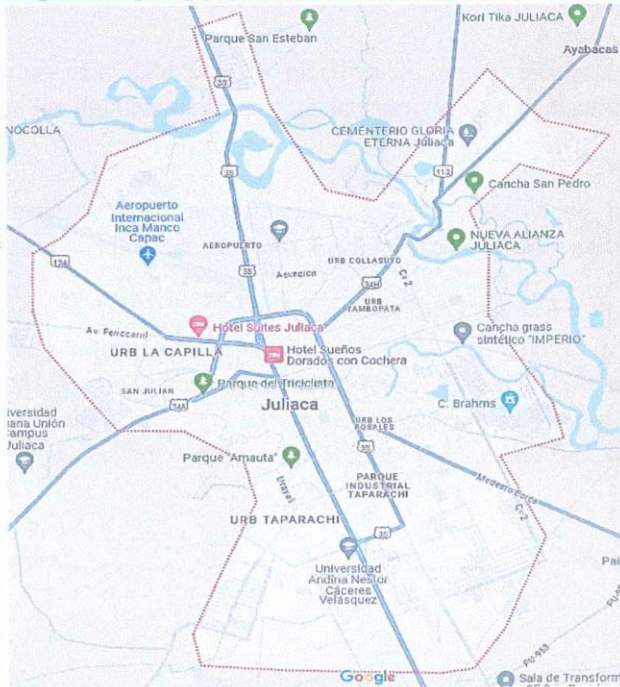


## Metadatos complementarios - UANCV

<b>TITULO</b>	
<b>DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RIGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y Apellidos	AYDE BRIGIDA LIPA VEGA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	80669351
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0002-0941-4579">https://orcid.org/0009-0002-0941-4579</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7567-039X">https://orcid.org/0000-0001-7567-039X</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres Y Apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0005-6613-6925">https://orcid.org/0009-0005-6613-6925</a>
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres Y Apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-0268-5061">https://orcid.org/0000-0002-0268-5061</a>



### Miembro del jurado 2

Nombres Y Apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>Dirección:</b> CIUDAD DE JULIACA  <b>País:</b> Perú  <b>Departamento:</b> Puno  <b>Provincia:</b> San Román  <b>Distrito:</b> Juliaca  -15.49672, -70.12955  <a href="https://maps.app.goo.gl/dChwaHqmpmsLLsSu5">https://maps.app.goo.gl/dChwaHqmpmsLLsSu5</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2023 - 2024
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería civil  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a>  Ingeniería de la construcción  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>



UNIVERSIDAD ANCIANA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA DE POSTGRADO

Dr. Segundo Ortiz Caceres  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - EPG



## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo AYDE BRIGIDA LIPA VEGA, identificado con DNI Nro. 80669351 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

MAESTRIA EN INGENIERÍA CIVIL, MENCIÓN GEOTECNIA Y TRANSPORTES

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.


Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 23 de Agosto del 2024

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA (ASESOR)

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A Dios, por guiar mi camino

A mis padres, por el apoyo  
incondicional que me brindaron.

A mi esposo por estar a mi lado.



## AGRADECIMIENTO

A la Escuela de Posgrado.

A la escuela profesional de  
Ingeniería Civil, por abrigarme  
en esta carrera.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABREVIATURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Exposición de la situación problemática .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Formulación del planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
1.2.1. Pregunta general .....	2
1.2.2. Preguntas específicas .....	3
<b>1.3. Justificación de la investigación .....</b>	<b>3</b>
1.3.1. Justificación teórica.....	3
1.3.2. Justificación práctica.....	4
1.3.3. Justificación metodológica.....	4
<b>1.4. Objetivos .....</b>	<b>5</b>
1.4.1. Objetivo general.....	5



1.4.2. Objetivos específicos .....	5
<b>1.5. Importancia y alcance de la investigación .....</b>	<b>5</b>
<b>1.6. Limitaciones y delimitaciones de la investigación.....</b>	<b>6</b>
<b>1.7. Hipótesis .....</b>	<b>6</b>
1.7.1. Hipótesis general .....	6
1.7.2. Hipótesis específicas .....	6
<b>1.8. Variables e indicadores .....</b>	<b>7</b>
1.8.1. Conceptualización de variables .....	7
1.8.2. Operacionalización de las variables .....	7
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Antecedentes del estudio.....</b>	<b>9</b>
2.1.1. A nivel internacional.....	9
2.1.2. A nivel nacional.....	11
2.1.3. A nivel regional o local.....	14
<b>2.2. Bases teóricas .....</b>	<b>16</b>
2.2.1. Cemento .....	16
2.2.2. Agregados.....	18
2.2.3. Construcción sostenible.....	33
2.2.4. Diseño de mezclas.....	38
2.2.5. Concreto .....	49
<b>2.3. Marco conceptual.....</b>	<b>52</b>



<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1. Enfoque de la investigación.....</b>	<b>55</b>
<b>3.2. Método aplicado en la investigación .....</b>	<b>56</b>
<b>3.3. Tipo de investigación.....</b>	<b>57</b>
<b>3.4. Nivel de investigación .....</b>	<b>58</b>
<b>3.5. Diseño de investigación .....</b>	<b>58</b>
<b>3.6. Población y muestra .....</b>	<b>59</b>
3.6.1. Población .....	59
3.6.2. Muestra .....	59
<b>3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....</b>	<b>59</b>
3.7.1. Técnicas de la investigación.....	59
3.7.2. Instrumentos de la investigación .....	60
<b>3.8. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación .....</b>	<b>61</b>
3.8.1. Validación de los instrumentos.....	61
3.8.2. Confiabilidad de los instrumentos.....	62
<b>3.9. Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis .....</b>	<b>63</b>
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
<b>4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos .....</b>	<b>65</b>
4.1.1. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones.....	66



4.1.2. Determinación de la dosificación adecuada de agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones..	70
4.1.3. Establecer procedimientos de tratamientos de los agregados reciclados para promover nuevas herramientas legislativas que permitan el aprovechamiento de los residuos producto de las construcciones y demoliciones para una construcción urbana- vial sostenible desde una perspectiva de las políticas públicas actuales.....	79
<b>4.2. Discusión de resultados.....</b>	<b>82</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>86</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>92</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clasificación de los agregados según su masa unitaria .....	21
<b>Tabla 2</b> Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas ....	24
<b>Tabla 3</b> Clasificación de las partículas del agregado según su forma.....	25
<b>Tabla 4</b> Tamices más empleados en un análisis granulométrico .....	26
<b>Tabla 5</b> Referencia para considerar la granulometría.....	28
<b>Tabla 6</b> Factor de corrección de resistencia a compresión $F'_{cr}(10)$ .....	39
<b>Tabla 7</b> Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.....	39
<b>Tabla 8</b> Clasificación de consistencia .....	39
<b>Tabla 9</b> Asentamientos recomendados para estructuras hidráulicas .....	40
<b>Tabla 10</b> Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados. (3) .....	41
<b>Tabla 11</b> Contenido de aire atrapado .....	42
<b>Tabla 12</b> Contenido de aire incorporado total .....	42
<b>Tabla 13</b> Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto. 44	
<b>Tabla 14</b> Máxima relación agua/cemento permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición. ....	45
<b>Tabla 15</b> Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto ..	46
<b>Tabla 16</b> Primera estimación del peso del concreto fresco (*) .....	47
<b>Tabla 17</b> Clases de mezclas según su asentamiento.....	49



<b>Tabla 18.</b> Propiedades físicas del agregado grueso (natural) .....	67
<b>Tabla 19.</b> Propiedades mecánicas del agregado grueso (natural) .....	67
<b>Tabla 20.</b> Propiedades físicas del agregado grueso (reciclado).....	67
<b>Tabla 21.</b> Propiedades mecánicas del agregado grueso (reciclado).....	68
<b>Tabla 22.</b> Propiedades mecánicas del agregado natural.....	69
<b>Tabla 23.</b> Propiedades mecánicas del agregado natural.....	69
<b>Tabla 24.</b> Resistencia de concreto a los 7 días, con diferentes dosificaciones.	71
<b>Tabla 25.</b> Resistencia de concreto a los 14 días, con diferentes dosificaciones. .....	72
<b>Tabla 26.</b> Resistencia de concreto a los 28 días, con diferentes dosificaciones. .....	73
<b>Tabla 27.</b> Evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad.....	74
<b>Tabla 28.</b> Evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 70% de agregados naturales.....	76
<b>Tabla 29.</b> Evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 30% de agregados naturales.....	77
<b>Tabla 30.</b> Evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 0% de agregados naturales.....	78



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Procedimiento del ensayo slump.....	50
<b>Figura 2</b> Concreto endurecido.....	51
<b>Figura 3</b> Ensayo de compresión simple NTP 339.034 (ASTM D-422).....	52
<b>Figura 4.</b> Diagrama de resistencia de concreto con diferentes dosificaciones.	71
<b>Figura 5.</b> Diagrama de resistencia de concreto a 14 días, con diferentes dosificaciones.....	72
<b>Figura 6.</b> Diagrama de resistencia de concreto a 28 días, con diferentes dosificaciones.....	73
<b>Figura 7.</b> Diagrama de la evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad. .....	75
<b>Figura 8.</b> Diagrama de evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 70% de agregados naturales .....	76
<b>Figura 9.</b> Diagrama de evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 30% de agregados naturales .....	77
<b>Figura 10.</b> Diagrama de evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 0% de agregados naturales. ....	78



## ABREVIATURAS

ACI : American Concrete Institute.

A.N.: agregados naturales.

A.R.: agregados reciclados.

NTP. : Norma técnica peruana.



## RESUMEN

En la actual exploración se tiene como propósito general de estudio, Diseñar una adecuada resistencia del concreto para pavimento rígido, preparado con agregados reciclados como parte de un proyecto de sostenibilidad urbano-vial en la región de Puno. En la cual se empleó enfoque de exploración cuantitativa, método de exploración deductivo, tipo de exploración aplicada, nivel descriptivo – explicativa, diseño experimental, en la cual se presenta como resultado que el agregado grueso tiene como propiedades física humedad natural del 0.77%, absorción del 1.83%, como propiedad mecánica, peso unitario suelto 1360.2 g/cm<sup>3</sup> y compactado de 1536.4 g/cm<sup>3</sup>, módulo de fineza de 5.99; el agregado reciclado presenta propiedades física humedad natural (0.18%), absorción (4.68%), propiedad mecánica. peso unitario suelto es de 1119.3 g/cm<sup>3</sup> y compactado de 1270.2 g/cm<sup>3</sup>, módulo de fineza de 5.92. con respecto a la dosificación adecuada en la muestra N° 01 se obtuvo con proporciones en porcentaje de 70% de agregado natural, 30% de agregado reciclado, se obtuvo una dosificación adecuada en proporciones de volumen unitario (P3) cemento 1 (p3), agregado fino 1.8 (p3), agregado grueso 2.6 (p3); con cantidades corregidas en pesos, cemento 01 bolsa (42.5kg), agua 24.3 l/bolsa, teniendo como la resistencia a la compresión máxima de 213.59 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente se concluye indicando que con las proporciones de 70% de agregado natural, 30% de agregado reciclado, se puede obtener concreto de alta resistencia que se puede aplicar en la construcción de pavimentos.

**Palabras claves.** Agregado grueso, pavimento rígido, reciclado de concreto, rígido y sostenibilidad de la ciudad de Juliaca.



## ABSTRACT

In the current exploration, the general purpose of the study is to design adequate concrete resistance for rigid pavement, prepared with recycled aggregates as part of an urban-road sustainability project in the Puno region. In which quantitative exploration approach, deductive exploration method, type of applied exploration, descriptive-explanatory level, experimental design were used, in which the result is that the coarse aggregate has physical properties of natural humidity of 0.77%, absorption 1.83%, as mechanical property, loose unit weight 1360.2 g/cm<sup>3</sup> and compacted 1536.4 g/cm<sup>3</sup>, fineness module of 5.99; The recycled aggregate has physical properties, natural humidity (0.18%), absorption (4.68%), and mechanical properties. Loose unit weight is 1119.3 g/cm<sup>3</sup> and compacted is 1270.2 g/cm<sup>3</sup>, fineness module of 5.92. With respect to the adequate dosage in sample No. 01, it was obtained with proportions in percentage of 70% of natural aggregate, 30% of recycled aggregate, an adequate dosage was obtained in proportions of unit volume (P3) cement 1 (p3), fine aggregate 1.8 (p3), coarse aggregate 2.6 (p3); with corrected quantities in weights, cement 01 bag (42.5kg), water 24.3 l/bag, having the maximum compressive strength of 213.59 kg/cm<sup>2</sup>. Finally, it is concluded by indicating that with the proportions of 70% natural aggregate, 30% recycled aggregate, high resistance concrete can be obtained that can be applied in the construction of pavements.

**Keywords.** Coarse aggregate, rigid pavement, recycled concrete, rigid and sustainability of the city of Juliaca.



## INTRODUCCIÓN

La introducción a un proyecto que busca diseñar una resistencia adecuada del concreto para pavimento rígido, incorporando agregados reciclados, en la ciudad de Juliaca, implica contextualizar la iniciativa dentro del marco más amplio de la sostenibilidad urbano-vial en esta región específica.

Para resolver los problemas medioambientales y fomentar la eficiencia de los recursos, se deben planificar y ejecutar proyectos modernos de infraestructura urbana y vial utilizando métodos creativos y sostenibles. Debido a su geografía distinta y requisitos particulares, el área de Puno ofrece un escenario ideal para implementar técnicas de construcción que apoyen el desarrollo sostenible y el crecimiento responsable.

Un paso esencial hacia la implementación de una táctica más sostenible en la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Juliaca es la utilización de agregados que se reciclaron en el concreto utilizado para producir pavimento firme. La reutilización de materiales de proyectos abandonados no sólo reduce la dependencia de recursos naturales no renovables, sino que también resuelve la dificultad de la gestión de residuos en la industria de la construcción.

Para garantizar el funcionamiento y la seguridad del pavimento, es necesario equilibrar los requisitos de durabilidad y capacidad estructural con la inclusión efectiva de árido reciclado al diseñar un hormigón con la resistencia adecuada para un pavimento rígido. Esta estrategia tendrá un importante impacto positivo en el medio ambiente además de ayudar a construir infraestructuras más duraderas y robustas.



A medida que avanza el proyecto de sostenibilidad de caminos urbanos en Juliaca, la integración del diseño de ingeniería y las prácticas ambientales conscientes se convertirán en un elemento crucial en el desarrollo de la infraestructura futura que se adhiera a los principios de sostenibilidad y mejore la condición de vida de la comunidad circundante. Además de centrarse en la infraestructura vial, esta iniciativa espera sentar las bases para métodos de construcción más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente en Juliaca.

El contenido de la exploración se presenta finalmente en cuatro capítulos: el Capítulo I cubre el desafiante escenario de la exploración; El Capítulo II cubre los antecedentes, fundamentos teóricos y marco conceptual; El Capítulo III cubre la metodología de la exploración; y el Capítulo IV cubre las conclusiones de la tesis.



## CAPÍTULO I

### FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1. Exposición de la situación problemática

Durante las últimas décadas, en nuestro país y las ciudades más crecientes como la ciudad de Juliaca ha mostrado un crecimiento del desarrollo urbano mediante la construcción de obras civiles, esto se ha revisado y evaluado que, durante el año 2010 al 2018 se han ejecutado más de 8,000.00 obras civiles (dato obtenido del portal INFOBRAS), en toda la región de Puno. Donde se estima que el 10% del volumen de concreto utilizado corresponde a residuos durante la construcción y demolición.

Al analizar la cantidad de trabajos realizados y los residuos producidos en las últimas décadas, es posible concluir que existe un problema creciente con la acumulación de residuos de hormigón, que se debe tanto a una construcción deficiente como a los residuos producidos durante la edificación y demolición de Obras civiles. Esta basura tiene ahora un tremendo efecto visual y paisajístico ya que se arroja a terrenos desocupados sin ningún tipo de tratamiento. Además, como se necesitan muchas toneladas de suelo superficial para producir una tonelada de áridos para hormigón, la actividad biótica se ve anulada por la



explotación incontrolada de canteras de áridos, lo que degrada los recursos no renovables del medio ambiente.

Por ello, reciclar y reutilizar estos residuos podría ser una solución alternativa. Podría usarse para crear pavimentos rígidos, lo que llevaría a la industria de la construcción hacia una mayor sostenibilidad al reducir la cantidad de recursos no renovables utilizados y el daño que el manejo inadecuado de los desechos sólidos causa al medio ambiente. También podría ayudar a crear políticas públicas que apoyen la construcción sostenible y respetuosa con el entorno ambiental.

Por el contrario, los efectos adversos sobre el medio ambiente son predecibles si los encargados de realizar las obras públicas no gestionan y, en última instancia, eliminan la basura. Además, el aumento descuidado de estos residuos que provienen de la edificación y demolición de obras civiles continuará si los gobiernos locales no implementan instrumentos de control con medidas drásticas y sancionatorias que tomen en cuenta las leyes vigentes implementadas por el gobierno nacional.

## **1.2. Formulación del planteamiento del problema**

### **1.2.1. Pregunta general**

**PG.** ¿Cómo diseñar una adecuada resistencia del concreto en pavimento rígido, utilizando agregados reciclados para la sostenibilidad de la construcción urbana en la ciudad de Juliaca?



## **1.2.2. Preguntas específicas**

- PE1.** ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones?
- PE2.** ¿Cuál es la dosificación adecuada de agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones?
- PE3.** ¿Cómo debe ser el procedimiento de tratamientos de los agregados reciclados para promover nuevas herramientas legislativas que permitan el aprovechamiento de los residuos de construcciones en nuevas obras?

## **1.3. Justificación de la investigación**

### **1.3.1. Justificación teórica**

Debido a una inadecuada planificación para un adecuado manejo final, la instalación de obras civiles y el aumento poblacional han resultado en grandes cantidades de basura proveniente de construcciones y demoliciones. De manera similar, se necesitan cantidades masivas de agregados de piedra para cada nuevo proyecto civil; por lo tanto, la tendencia actual es evitar la acumulación de desechos y minimizar en cierta medida la cantidad de recursos naturales usados en el procedimiento de producción de agregados para diversos proyectos. Con el tiempo, esto conducirá a un producto altamente competitivo, tecnológico y sustentable cuando se identifique la dosis adecuada en un diseño mixto y se demuestre que es adecuado para la construcción de pavimentos.

Para demostrar que los áridos reciclados pueden utilizarse como materia prima para un nuevo ciclo productivo, como el hormigón reciclado, y que estos



materiales son apropiados para trabajos de pavimentos duros, es necesario realizar este estudio.

### **1.3.2. Justificación práctica**

En nuestra nación, las familias de bajos ingresos suelen ser las que reciclan materiales de todo tipo, principalmente plástico, con la esperanza de ganar un poco de dinero para ayudarlos. Si se puede demostrar que los agregados reciclados se pueden usar para fabricar concreto fresco, los entusiastas del reciclaje tendrán acceso a nuevas opciones y oportunidades de empleo.

Por lo tanto, es socialmente justificable realizar este estudio con el fin de incentivar el reciclaje de áridos y otros materiales de desecho generados durante la construcción de obras civiles, incluyendo madera, ladrillos, alambres, clavos, papeles y plásticos.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

Esto se justifica racionalmente porque, si bien la construcción tiene un impacto positivo en el desarrollo, también tiene efectos negativos. Por este motivo, se considera una de las industrias más destructivas y contaminantes. Durante el proceso de construcción surgen dos problemas importantes: la explotación intensa e irracional de componentes naturales no renovables, como los áridos de cantera; y la generación de residuos de edificación y demolición, que requieren una eliminación inadecuada una vez finalizado.

La necesidad de realizar este estudio para demostrar que las actividades de reciclaje sirven para mitigar las consecuencias ambientales negativas y



producir efectos beneficiosos al reducir la demanda de agregados naturales de las canteras también está ecológicamente justificada.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

**OG.** Diseñar una adecuada resistencia del concreto para pavimento rígido, elaborado con agregados reciclados como parte de un proyecto de sostenibilidad urbano-vial en la ciudad de Juliaca.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

**OE1.** Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones.

**OE2.** Determinar la dosificación adecuada de agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones.

**OE3.** Establecer procedimientos de tratamientos de los agregados reciclados para promover nuevas herramientas legislativas que permitan el aprovechamiento de los residuos de construcciones en nuevas obras.

## **1.5. Importancia y alcance de la investigación**

La exploración orientada a diseñar una resistencia adecuada del concreto para pavimento rígido, utilizando agregados reciclados, desempeña un papel crucial en un proyecto de sostenibilidad urbano-vial en la región de Puno. Este enfoque no solo aborda las necesidades prácticas de la infraestructura vial, sino que también contribuye significativamente a la promoción de prácticas sostenibles y a la gestión responsable de componentes.



## 1.6. Limitaciones y delimitaciones de la investigación

A pesar de la relevancia y el potencial impacto positivo de la exploración sobre el diseño de resistencia del concreto para pavimento rígido con agregados reciclados en el marco de un proyecto de sostenibilidad urbano-vial en la ciudad de Juliaca, es importante reconocer y abordar algunas limitaciones y delimitaciones inherentes a este tipo de estudio.

Delimitación temporal: en el año 2024.

Delimitación de tema: diseño con material reciclado.

## 1.7. Hipótesis

### 1.7.1. Hipótesis general

**HG.** Si se logra diseñar una resistencia de concreto adecuado para pavimento rígido utilizando dosificaciones de agregado grueso reciclado y agregado natural, entonces se logrará contribuir al desarrollo de una construcción urbana vial sostenible.

### 1.7.2. Hipótesis específicas

**HE1.** Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados también cuentan con condiciones apropiadas para la utilización de diseños de mezclas.

**HE2.** La dosificación adecuada de agregados reciclados y agregados naturales, en dosificaciones del 30% de agregado reciclado y 70% de agregado natural, puede ser posible para emplearse en concreto de pavimento rígido.



**HE3.** Con un adecuado procedimiento de tratamiento de los agregados reciclados que permita aprovechar los residuos de construcciones y demoliciones es posible la incentivación de producción y consumo de concreto ecológico.

## **1.8. Variables e indicadores**

### **1.8.1. Conceptualización de variables**

Variable Independiente: Agregados reciclados

Variable Dependiente: Concreto para pavimento

### **1.8.2. Operacionalización de las variables**

#### **Variable Independiente:**

Agregados reciclados

a. Definición. - Las adiciones de los agregados son mezclas homogéneas de sustancias en iguales o distintos estados de agregación.

b. Definición operacional. - La adición de los agregados hace que las particularidades físicas y mecánicas varíen de un respectivo cuerpo inicial.

c. Indicadores:

- Propiedades físicas agregados reciclados y naturales.
- Propiedades mecánicas de los agregados reciclados y naturales.

d. Técnica

- Ensayos de propiedades físicos.
- Ensayos de propiedades de mecánicos.



e. Instrumentos

- Contenido de humedad, granulometría, Peso específico, Peso unitario.
- Abrasión los ángeles.

**Variable Dependiente:**

Concreto para pavimento

- a. Definición. - El concreto es una masa mezclada con agua, cemento y agregados, que sirven para construcciones de obras.
- b. Definición operacional. - Se analizarán la variación de las particularidades físicas del concreto con la adición de agregados naturales y reciclados en diferentes porcentajes o dosificaciones.
- c. Indicadores:
- Métodos de Diseño de mezclas
  - Cantidad de dosificación de agregados reciclados y naturales.
  - Resistencia a compresión.
- d. Técnica
- Diseño por ACI
  - Combinación.
  - Briquetas o testigos.
- e. Instrumentos
- Hoja de Cálculo.
  - Cubo
  - Prensa Hidráulico.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

##### 2.1.1. *A nivel internacional*

Dada la resiliencia con la que se construyó el concreto y el bajo nivel de contaminación presente, existe un muy buen precedente cuando los escombros de concreto se originan a partir de fracturas o restos de pavimentos de concreto. Se puede lograr concreto con excelentes propiedades, pero esto dependerá del diseño de la mezcla y de los intervalos de reemplazo. Hay que asegurarse de que su trituración sea la adecuada.

1. Debido a que los agregados eran bastante parecidos a un agregado convencional, las pruebas que se realizaron con ellos fueron precisas y adecuadas para su uso en el proyecto.

2. Para comparar las muestras, el diseño de la mezcla debe incluir un examen de las granulometrías de los áridos gruesos, ya que ambos deben ser comparables en un grado porcentual.



3.- Los hallazgos de los ensayos de flexión y compresión muestran que una sustitución del 40% de árido natural por árido reciclado produce niveles de resistencia importantes, superando incluso a la del hormigón con árido natural. (Contreras L. Carlos E., 2012)

En comparación con el control, las mezclas que incluyen agregado reciclado mostraron una pequeña reducción en la resistencia en la prueba de compresión. La diferencia de textura entre los agregados naturales usados en el pasado y los empleados ahora (lisos en los primeros y lisos y rugosos en los segundos) es probablemente la causa de esto.

La prueba de flexión reveló que la mezcla que incluía una mayor proporción de agregado reciclado presentó una mayor resistencia en comparación con el control, pero la combinación que contenía 50% de agregado reciclado obtuvo una resistencia comparable al control.

Cuando se utiliza agregado reciclado, los valores del módulo elástico caen y son menores de lo que sugieren las fórmulas del Estándar Sismorresistente,  $E=3900(f'c)^{0.5}$  (MPa). Las muestras no curadas superaron al grupo de control en términos de valores de módulo durante un período de veintiocho días. (Juliana M. Vanegas C. Y Juan P. Robles C. 2008)

Murilo Henn (2022) en su trabajo plantea como objetivo proporcionar una visión general coherente del Hormigón reciclado reforzado con fibras de acero (CRRFA), indicando los principales hallazgos respecto al comportamiento de este tipo de concreto en estado fresco y endurecido, con énfasis en resistencia a la compresión, tracción y módulo de elasticidad. Empleando una metodología de tipo aplicada. En la cual presenta como resultado. Los datos se organizaron



por rangos de resistencia del hormigón. Referencia (hasta 40MPa; entre 40MPa y 50MPa y mayor que 50MPa), cantidad de agregado reciclado (0 a 50%; 50 a 100%) y volumen de fibra (0; hasta 0,5%, entre 0,5 y 1%).

### **2.1.2. A nivel nacional**

Vega Bazán Anicama (2019) la tesis ha tenido como objetivo principal fue conocer cómo el agregado de concreto reciclado afecta las propiedades mecánicas del concreto a 210 kgf/cm<sup>2</sup>. 280 kgf/cm<sup>2</sup> y 350 kgf/cm<sup>2</sup>, Lima – 2018." El principal impulsor de la evolución de esta exploración fue la importante cantidad de residuos generados en Lima, incluidos residuos de concreto, que pueden ser utilizados como agregado de concreto reciclado para nuevas mezclas de concreto porque influye positivamente en las propiedades mecánicas de las mezclas de concreto. Las mezclas de concreto creadas (en este ejemplo, para las resistencias de 210, 280 y 350 kgf/cm<sup>2</sup>) así como las muestras de concreto hechas con esas mezclas sirvieron como población. Para la creación de esta tesis estos ejemplos concretos tuvieron los siguientes resultados: Se encontró una resistencia de 257 kgf/cm<sup>2</sup> para el diseño de 210 kgf/cm<sup>2</sup>, 299 kgf/cm<sup>2</sup> para el diseño de 280 kgf/cm<sup>2</sup> y 368 kgf/cm<sup>2</sup>. el diseño de 350 kgf/cm<sup>2</sup> en relación con la tensión de compresión. Se encontraron valores más bajos para el peso específico para todos los diseños en comparación con el hormigón normal. En última instancia, los módulos de elasticidad del diseño arrojaron resultados algo peores para 280 kgf/cm<sup>2</sup> y mejores resultados para 210 y 350 kgf/cm<sup>2</sup>. Con base en los hallazgos anteriores, se determinó que las características mecánicas de los concretos de 210, 280 y 350 kgf/cm<sup>2</sup> se ven influenciadas favorablemente por el agregado de concreto reciclado.



Tarazona Beraún (2019) su objetivo principal es evaluar las cualidades mecánicas y físicas de los agregados gruesos derivados de los desechos de demolición de pavimentos rígidos para comparar los atributos del concreto fresco y endurecido y utilizarlos como agregado grueso en la creación de concreto nuevo. En comparación con un grupo de referencia compuesto por agregados naturales. El pavimento rígido en la intersección de las calles Jr. Huallayco y Av. Alfonso Ugarte en Huánuco fue demolido, quedando pavimento reciclado. El material fue procesado para producir agregado grueso en tamaños de  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ " y 1". Las pruebas se realizaron cumpliendo con las normas pertinentes. En los laboratorios especializados de la UNHEVAL se examinaron las propiedades de los agregados naturales y reciclados. su granulometría, contenido de humedad, peso unitario y huecos, gravedad específica, peso específico, resistencia a la absorción y abrasión, y más, después de lo cual se diseñó el concreto con tres tamaños de agregados:  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ " y 1" para un. Resistencia de  $f'c=210$  kgf/cm<sup>2</sup>. Estos grupos se dividieron en cuatro categorías según la cantidad de agregado reciclado usado: un grupo estándar que no contenía agregado reciclado y tres grupos experimentales que contenían 20%, 40% y 60%. % de agregado grueso reciclado. Se crearon en un laboratorio de acuerdo con las normas pertinentes, un total de 108 muestras.

Fernandez Salazar (2021) el objetivo fue determinar la resistencia adecuada del hormigón reciclado para su uso en pavimentos articulados experimentando con diversos diseños de mezclas de acuerdo con los lineamientos previstos en la normativa respecto a pavimentos articulados para tránsito peatonal. El tamaño de los adoquines era de 8 por 10 por 20 cm. Al emplear hormigón reciclado, se examinó su resistencia a la compresión y se



confirmó que los hallazgos proporcionaron ocho diseños de mezcla que encontrarían el patrón correcto dentro de sus criterios, reduciendo el costo de la pavimentadora y su efecto ambiental. El resultado final fue una resistencia a la compresión cilíndrica de 290,6 kgf/cm<sup>2</sup> para el hormigón, suficiente para lo especificado y que supone una diferencia de coste de 0,189 céntimos por unidad de adoquín.

Choton Garcia (2020) su principal objetivo era crear conciencia sobre los beneficios del uso de materiales reciclados (áridos gruesos y finos) en la construcción de pavimentos más robustos. Esto se hizo en el entendido de que, si bien ahora no está particularmente extendido ni utilizado debido a la falta de investigación, disminuiría significativamente la contaminación ambiental. Se hicieron comparaciones porque el único objetivo de esta investigación era garantizar que el concreto cumpliera con un requisito de desempeño crucial al agregar materiales de edificación reciclados para optimizar el pavimento rígido en volúmenes de tráfico bajos y observar las condiciones que cumple en ausencia de agregados naturales. Refiriéndose en este caso a dos tesis. Para determinar las siguientes dosis de 50% y 100%, ambas exploraciones usaron un método experimental en la que desarrollaron pruebas específicas como absorción, abrasión de Los Ángeles y resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días, al respecto. Con áridos reciclados y áridos naturales con patrón de hormigón de  $F'c = 210$  kgf/cm<sup>2</sup> para ambas tesis. En última instancia, las pruebas demostraron que este uso es factible ya que es menos costoso que el agregado natural, y se recomendó que se realicen más investigaciones para garantizar que este material se utilice como el agregado que merece.



Castañeda Cruz & Vásquez Barreto (2019) en esta tesis se investiga el uso potencial del hormigón reciclado como agregado en la creación de adoquines de hormigón. Para ello se crearon adoquines de hormigón de 20x10x6 cm y 20x10x8 cm, sustituyendo árido procedente de hormigón reciclado triturado por árido natural (grueso y fino). Se examinaron las características mecánicas del concreto endurecido (flexión y compresión a los 7, 14 y 28 días), así como las características del concreto reciclado y mezclas tradicionales. Por último, pero no menos importante, los resultados de las pruebas muestran que es factible usar concreto reciclado como agregado para producir adoquines de concreto, sustituyendo el 70% de agregado fino y el 70% de agregado grueso por agregados de concreto reciclado en el diseño de la mezcla maestra para adoquines de 20x10x6 cm. y adoquines de 20x10x8 cm. En el diseño de mezcla patrón se mantendrá el 100% del agregado grueso de cantera y solo el 70% del agregado fino se sustituirá por agregado de concreto reciclado.

### **2.1.3. A nivel regional o local**

Ruelas Paredes (2020) su finalidad principal es evaluar las cualidades del hormigón fresco se elaboró a partir de pavimento rígido reciclado y conocer su potencial aplicación. Para ello, se han recopilado y examinado datos específicos del tema del estudio y se ha confirmado que el reciclaje de residuos de edificación es una alternativa crucial para una evolución ambientalmente responsable y sostenible. El pavimento reciclado tiene su origen en el Jr. Arbulú, importante vía ubicada en el corazón de Puno. Para producir un agregado con los estándares adecuados, se ha categorizado el derribo de la calle con el propósito específico de separar los bloques de pavimento se lavaron en sus



distintas fases, examinados y por último triturados hasta un tamaño nominal máximo de 3/4". En el laboratorio se examinaron las propiedades físicas y químicas de los agregados reciclados y naturales, que también se utilizaron en este estudio. Estas características incluyeron contenido de humedad, peso especial, peso unitario, granulometría y abrasión. Se creó un diseño mixto para cuatro resistencias: 140, 175, 210 y 245 kgf/cm<sup>2</sup>. Para cada una de estas resistencias, hay 4 grupos con distintas condiciones: tres grupos experimentales tienen 20, 40 y 60% de reciclaje, mientras que tres grupos experimentales tienen 20, 40 y 60% de reciclaje. Un grupo estándar tiene 0% de agregado reciclado. Se crearon un total de 240 muestras, o 15 briquetas por condición de concreto. Después de su período de curado, las muestras se probaron en compresión después de 28 días y también se examinaron las características del concreto nuevo. Para cada condición. Para cada condición concreta, se realizó un análisis de costos además de las investigaciones de componentes y concreto.

Callata Cruz (2023) el objetivo del estudio fue conocer cómo los rasgos mecánicos de un pavimento rígido se ven afectadas por el uso de árido reciclado y ceniza de eucalipto. Para lograr esto, se sustituyó el árido grueso natural por árido grueso reciclado y las cenizas de eucalipto se obtuvieron a través del cemento. Sin embargo, el proceso de obtención de las cenizas de eucalipto y agregado grueso reciclado tuvo ciertas limitaciones, razón por la cual las pruebas de materiales se desarrollaron en los laboratorios de química y concreto. Se preparó el hormigón para el diseño de tubos de ensayo y vigas y se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y pruebas de trabajabilidad. Simultáneamente se desarrolló la siguiente técnica: una perspectiva cuantitativa, un grado de estudio explicativo y un diseño



experimental de carácter cuasiexperimental. La muestra de referencia, que fue creada para una trabajabilidad de 3.95", resistencia a la compresión de 261 kgf/cm<sup>2</sup> y resistencia a la flexión de 34.167 kgf/cm<sup>2</sup>, sirvió como base para la recolección de datos. Las dosis recomendadas fueron 50% de agregado grueso reciclado más 20% ceniza y 20% eucalipto.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Cemento**

#### **2.2.1.1. Proceso de fabricación del Cemento.**

En el proceso industrial de fabricación del cemento se utilizan instalaciones a gran escala. El procedimiento de elaboración del cemento implica básicamente los pasos a continuación:

- a. Obtener, almacenar y preparar las materias primas (piedra caliza, marga y arcilla) que serán molidas finamente para producir petróleo crudo.
- b. Preparación y almacenamiento de combustible.
- c. Calentar petróleo crudo en un horno rotatorio a 1.450°C (temperatura de llama de 2.000°C) para producir clinker de cemento.
- d. Moler clinker en combinación con otros materiales (como yeso, cenizas volantes, escorias y puzolana natural) para crear cemento.
- e. El transporte, envasado y almacenamiento de cemento. (Miguel Ángel SB y Servando Chinchón Y, 2015)

#### **2.2.1.2. Tipos de Cemento.**

##### **Cementos Portland sin adición**



Compuesto por Portland Clinker al que se le añade una determinada proporción de sulfato de calcio (yeso). Según Normas Técnicas tenemos esto. (Torres C., 2004)

Tipo IP. - Para uso general, donde no requiere atributos especiales.

### **2.2.1.3. Propiedades del cemento**

#### **Peso específico**

La densidad del cemento Portland suele oscilar entre 2,90 y 3,20 g/cm<sup>3</sup>, basándose principalmente en la cantidad y la densidad del material puzolánico que se utiliza. El cemento se utiliza principalmente para el control de dosificación y mezcla; su densidad no siempre refleja su calidad. El matraz LE CHATELIER se utiliza a menudo para medir la densidad del cemento (NTC 221). (Rivera 2018).

Para el cemento Portland regular se tendrá en cuenta un peso particular de 3,15 y 2,97 para los cementos puzolánicos. (Rivva López E., 2000)

#### **Fineza**

La importancia de la finura del cemento reside en el hecho de que una mayor finura hace que el cemento se vuelva más resistente, pero también libera más calor. Esto se debe esencialmente a que los granos gruesos podrían tardar años o incluso nunca hidratarse completamente, mientras que una mayor finura del cemento da como resultado una mayor cantidad de material hidratado debido a la mayor superficie total en contacto con el agua. Una mayor proporción de la masa total del cemento que se hidrata hace que la masa reaccione y cree una

resistencia más fuerte, pero también libera más calor durante este proceso. (Rivera 2018)

El área de las partículas contenidas en una unidad de masa del material se utiliza para evaluar la finura; Esto se mide en unidades de área por unidad de masa, como  $\text{cm}^2/\text{g}$  o  $\text{m}^2/\text{kg}$ , y se denomina "área de superficie específica". Se puede determinar la finura del cemento mediante el turbidímetro Wagner (NTC 597), el permeámetro Blaine (NTC 33) o el tamizado (NTC 226 o 294). (Rivera 2018)

Debido a que puede afectar las tasas de hidrataciones, las resistencias iniciales y la producción de calor del cemento, la finura del cemento es importante.

Según Troxell, la porción de un cemento más activa es la que tiene un diámetro inferior a 10 a 15 micras. (Rivera 2018)

## **2.2.2. Agregados**

### **2.2.2.1. Definición**

Los agregados, también denominados agregados, son componentes inertes con formas granulares que pueden ser manufacturados o naturales. El cemento Portland combina estos materiales en presencia de agua para crear una piedra artificial compacta y que se denomina mortero u hormigón.

Se pueden considerar como agregados en mezclas de mortero u hormigón los componentes que tengan una adecuada resistencia propia (resistencia de partículas), no alteren o impacten negativamente los atributos y características de las mezclas y aseguren una adecuada adhesión con la pasta



de cemento Portland después de su endurecimiento. Gran parte de los agregados son generalmente inertes, lo que significa que no reaccionan de ninguna manera con los demás ingredientes de las mezclas, de manera especial con el cemento. Pero algunos agregados, como la escoria de alto horno de las plantas siderúrgicas o los componentes provenientes de volcanes que contienen sílice activa, exhiben actividad debido a las propiedades hidráulicas de su fracción más fina, lo que ayuda a las mezclas a desarrollar resistencia mecánica.

Sin embargo, algunos áridos, como los cuales contienen elementos sulfurosos, partículas pulverulentas más finas o partículas en descomposición latente, reaccionarán afectando la estructura interna del hormigón y su durabilidad. Estos agregados también pueden ser peligrosos o potencialmente inconvenientes. Similar a algunas pizarras. (Rivera 2018)

### **2.2.2.2. Clasificación de los agregados**

Los agregados generalmente se han categorizado a lo largo del tiempo de varias maneras, principalmente según su origen, densidad, tamaño, forma y textura.

### **2.2.2.3. Clasificación Según su Procedencia**

Según su procedencia, ya sea de productos industriales o de fuentes naturales, los agregados pueden ser clasificados de acuerdo con su origen:

#### **Agregados naturales.**

Son aquellos derivados del aprovechamiento de recursos naturales, incluidos los depósitos procedentes de glaciares (cantos rodados) o derivas de ríos (arena y grava), así como de canteras de piedra natural. Se pueden usar tal



cual o alterando la distribución del tamaño de las partículas si es necesario. Dado que todas las partículas de los agregados se originan a partir de una masa más grande que se ha descompuesto tanto por operaciones mecánicas artificiales como por procesos naturales como la erosión y la abrasión, una parte importante de sus características se derivan de la roca madre de la que se originaron.

La geología histórica afirma que son modificados por acontecimientos internos de la Tierra. Las rocas iniciales, o ígneas, se generan cuando el magma, o masa de material derretido, se solidifica y se enfría. Posteriormente, las rocas se forman por fenómenos geológicos externos, como la meteorización. Las rocas sedimentarias sufren metamorfismo de ciclo geológico permanente cuando se exponen a procesos de presión y temperatura. Esta tercera categoría de rocas se denomina rocas metamórficas. (Rivera 2018)

### **Agregados artificiales.**

Los agregados artificiales a menudo se derivan de procedimientos y productos industriales como limaduras de hierro, clinker, escoria de alto horno, arcillas expandidas y otros; sus densidades tienden a ser mayores o menores que las de los agregados regulares.

Actualmente se utiliza hormigón ligero o ultraligero. Se crea con tipos específicos de áridos que tienen que cumplir ciertos requisitos, como tener una baja densidad, un grado suficientemente alto de rigidez y resistencia propia, una calidad uniforme y permanente, y una forma de grano compacto, redondeado y con una superficie bien cerrada. Además, los áridos no podrían reaccionar negativamente con la pasta de cemento o el refuerzo.

Los áridos arcillosos y de pizarra expandida, como la arcilla pizarrosa y la pizarra arcillosa, son los áridos ligeros más utilizados. Cabe mencionar que Alemania y España han producido áridos ligeros de gran eficacia utilizando arcillas y pizarras, respectivamente, y arcillas expandidas, que se comercializa con el nombre de ARLITA.

Estos agregados livianos ofrecen cualidades que incluyen resistencia, no toxicidad, baja densidad, aislamiento y no inflamabilidad. Se utiliza en la producción de hormigones estructurales livianos, rellenos livianos y resistentes para pisos, terrazas y techos, así como estructuras prefabricadas (desde el bloque más liviano hasta el panel más grande). (Rivera 2018)

#### 2.2.2.4. Clasificación según su densidad

El hecho de que los agregados estén hechos o no de materiales naturales o artificiales dependerá de la masa por unidad de volumen y del volumen de poros. Esta diferencia es fundamental ya que influye en la densidad del hormigón deseada: ligero, normal o pesado, como se indicaría la tabla No. 01. (Rivera 2018)

**Tabla 1**

*Clasificación de los agregados según su masa unitaria*

Tipo de concreto	Masa unitaria Aproximada del CCTO kg/m <sup>3</sup>	Masa unitaria del agregado kg/m <sup>3</sup>	Ejemplo de utilización	Ejemplo de agregado
Ultraligero	500 - 800		Concreto para aislamiento	Piedra Pómez Ag ultraligero



Tipo de concreto	Masa unitaria Aproximada del CCTO kg/m <sup>3</sup>	Masa unitaria del agregado kg/m <sup>3</sup>	Ejemplo de utilización	Ejemplo de agregado
<b>Ligero</b>	950 – 1350 1450 - 1950	480 – 1040	Rellenos y mampostería no estructural Ccto Estructural	Perlita Ag ultraligero
<b>Normal</b>	2250 - 2450	1300 - 1600	Ccto Estructural y no estructural	Agregado de río o triturado
<b>Pesado</b>	3000 - 5600	3400 - 7500	Ccto para proteger de radiación gamma o X, y contrapesos	Hematita, barita, coridon y magnetita

*Nota. (Rivera 2018).*

### 2.2.2.5. Clasificación según su tamaño

Los tamaños de los agregados varían desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros de sección; esta distribución del tamaño de partículas se denomina GRANULOMETRÍA. Este es el método más común para categorizar agregados.

La categorización unificada divide los suelos en dos categorías: suelos gruesos (tamaño del material mayor o igual a 0,074 mm o 74µm-tamiz No. 200) y suelos finos (tamaño del material menor a 0,074 mm o 74µm-tamiz No. 200). Los suelos gruesos se utilizan para preparar mezclas de mortero o hormigón, mientras que el contenido de suelo fino es limitado.

En términos generales, la fracción gruesa de los suelos gruesos se denomina AGREGADO GRUESO; la fracción fina, o aquellas partículas con un tamaño mayor a 4.76 mm (tamiz No. 4), se conoce como AGREGADO FINO; y



las partículas con un tamaño inferior a 0,074 mm o 74  $\mu$ m (tamiz No. 200), se conocen como AGREGADO FINO.

**GRAVA:** Áridos gruesos hasta un tamaño máximo de 20 mm de diámetro.

**GRAVILLA** es un agregado grueso que puede tener un tamaño máximo de 20 mm o menos.

La grava y la gravilla se producen mediante el procesamiento de conglomerados poco conectados o mediante la abrasión y desintegración natural de las rocas.

**ARENA:** Agregado fino que se produce ya sea mediante el procesamiento de conglomerados débilmente adheridos o por la abrasión y desintegración natural de las rocas.

**GRAVA TRITURADO(A):** Material áspero que queda después de romper la roca artificialmente.

**ARENA MANUFACTURADA O ARENA TRITURADA:** Agregado fino obtenido triturando artificialmente piedra, roca o escoria (mineral de hierro residual).

**SCORIA DE ALTO HORNO:** sustancia no metálica producida en un alto horno simultáneamente con el hierro y constituida principalmente por silicatos y aluminosilicatos de calcio, así como por otras bases en forma líquida o fluida.

La Tabla No. 02 proporciona una categorización más detallada basada en el tamaño de las partículas, mostrando los nombres más populares de las fracciones y su idoneidad para su uso en morteros y concreto. (Rivera 2018).

**Tabla 2***Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas*

TAMANO EN mm	DENOMINACION MAS COMUN	CLASIFICACION	USO COMO AGREGADO DE MEZCLAS
< 0.002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0.002 – 0.074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0.0074 – 4.16 #200 - # 4	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
4.76 – 19.1 #4 – 3/4"	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para concreto
19.1 – 50.8 3/4" – 2"	Grava	Agregado grueso	Material apto para concreto
50.80 – 152.4 2" – 6"	Piedra	Agregado grueso	
>152.4 6"	Rajón, Piedra Bola	Agregado grueso	Concreto ciclópeo

*Nota. (Rivera 2018).*

#### 2.2.2.6. Clasificación según su forma y textura superficial.

Las partículas alargadas o aplanadas pueden tener un impacto en las trabajabilidades, resistencias y durabilidades de una mezcla, ya que dificultan la trabajabilidad al orientarse en un solo plano. Las cualidades de la mezcla endurecida se ven aún más perjudicadas por la formación de espacios de aire debajo de las partículas y la acumulación de agua.

Por otro lado, la rugosidad superficial de las partículas de agregado influye en la trabajabilidad y la adhesión entre la pasta y el agregado, lo que a su vez influye en la resistencia, especialmente en la resistencia a la flexión.

Aunque la norma ASTM pone un máximo del 50% en la cantidad total de partículas alargadas y aplanadas en el agregado, el ICPC (Instituto Colombiano de Productores de Cemento) recomienda no tener más del 15% de estas partículas en total.

UNA PARTÍCULA LARGA es aquella que tiene una relación largo-ancho mayor que 1,5.

UNA PARTÍCULA PLANA es aquella cuya relación espesor-ancho es inferior a 0,5. (Rivera 2018)

**Tabla 3**

*Clasificación de las partículas del agregado según su forma*

FORMA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
<b>Redondeadas</b>	enteramente erosionado por la humedad o enteramente limado por la fricción	Grava de playa o río, arena del desierto o ambas
<b>Irregular</b>	Irregularidad natural o bordes redondeados con limitación parcial del roce.	Grava y pedernal adicionales de excavaciones o tierra.
<b>Escamosa</b>	Algo que es poco en contrastación con las otras dimensiones.	Roca laminada
<b>Angular</b>	Sus bordes están muy definidos y se producen cuando convergen dos lados esencialmente planos.	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada
<b>Alongadas</b>	Material que suele ser angular y tiene una longitud mucho mayor que las otras dimensiones.	

*Nota. (Rivera 2018).*

### 2.2.2.7. Propiedades de los agregados

#### Granulometría

Una muestra significativa del agregado se divide en fracciones de igual tamaño de partículas y se mide la cantidad de cada fracción. Este proceso se conoce como análisis granulométrico. La masa de los agregados está definida por la dispersión del tamaño de las partículas.

El análisis granulométrico implica pasar el agregado por una sucesión de tamices de abertura cuadrada cuyas especificaciones deben cumplir con las normas ASTM. Actualmente, la abertura de la malla, que se expresa en



milímetros o micras, se utiliza para identificar los tamices. Si bien varios tamices intermedios enumerados en la norma NTC 32 no cumplen con la relación de apertura de 1:2, a menudo se utilizan para evitar espacios inusualmente largos entre las mallas.

En la práctica, la serie de tamices utilizados para producir áridos para mortero u hormigón se ha configurado de modo que, para cada tamiz, la abertura sea la mitad de la abertura del tamiz directamente encima, o una proporción de 1:2. La Tabla No. 04 contiene tamices que no se ajustan a este patrón pero que a menudo se emplean para mejorar la granulometría, esencialmente de la fracción gruesa.

Durante el tamizado se debe seguir la norma ASTM, que especifica las dimensiones de la muestra a examinar y los pasos a seguir para hacer un análisis granulométrico. Los hallazgos deben presentarse en forma tabular, como se visualiza en el cuadro No. 05. (Rivera 2018).

## Tabla 4

*Tamices más empleados en un análisis granulométrico*

DESIGNACIÓN INCOTEC	DESIGNACIÓN ASTM
----	6"
----	5"
----	4 ½"
*101.6 mm	4"
*90.5 mm	3 ½"
76.1 mm	3"
*64.0 mm	2 ½"
*50.8 mm	2"
38.1 mm	1 ½"
*25.4 mm	1"
19.0 mm	¾"



DESIGNACIÓN INCOTEC	DESIGNACIÓN ASTM
*12.7 mm	1/2"
9.51 mm	3/8"
4.76 mm	No. 4
2.38 mm	No. 8
1.19 mm	No. 16
595 µm	No. 30
297 µm	No. 50
149 µm	No. 100
74 µm	No. 200

(\*) tamices que no cumplen la relación 1:2

Nota. (Rivera 2018).

Para la Tabla 05 Tenemos lo siguiente:

Columna (1): Algunos de los tamices utilizados en el análisis granulométrico se incluyen en la tabulación a modo de ejemplo. Esta columna enumera los tamices en orden decreciente de uso.

Columna (2): Se muestra la masa retenida de cada tamiz (medida en el laboratorio) ( $X_i$ ).

Columna (3): Usando la siguiente fórmula, cada valor  $X_i$  en la columna (2) se representa como una proporción de la masa total de la muestra  $X_T$ :  $Y_i = X_i * 100 / X_T$

Columna (4): Las proporciones acumuladas retenidos en cada filtro se muestran:  $Z_1=Y_1$ ,  $Z_2=Y_1+Y_2$ ,  $Z_3=Y_1+Y_2+Y_3$ , etc., hasta  $Z_n=100\%$ , a modo ilustrativo.

Columna (5): La proporción que también pasa por cada tamiz se calcula en base al porcentaje retenido que se acumularon en los tamices:  $t_i = 100 - Z_i$ . El porcentaje más común usado para crear las representaciones visuales de las granulometrías. (Rivera 2018).



**Tabla 5**

*Referencia para considerar la granulometría.*

TAMIZ mm – Pulg. (1)	MASA RETENIDA g (2)	% RETENIDO (3)	% RETENIDO ACUMULADO (4)	% PASA (5)
38.1 mm 1 1/2"	X1	Y1	Z1	t1
25.4 mm 1"	X2	Y2	Z2	t2
19.0 mm 3/4"	X3	Y3	Z3	t3
12.7 mm 1/2"	X4	Y4	Z4	t4
9.51 mm 3/8"	X5	Y5	Z5	t5
4.76 mm No. 4	X6	Y6	Z6	t6
Fondo	X7	Y7	100 %	t7
TOTAL	XT	100 %		

*Nota. (Rivera 2018).*

### Densidad

La mayor parte del agregado, los espacios que interactúan con la superficie (conocidos como poros permeables o saturables) y los vacíos que permanecen dentro del agregado (conocidos como poro impermeable o no saturable) forman las partículas del agregado; Según lo anterior, tenemos tres densidades, que son las siguientes:

La densidad real es la masa promedio de las partículas de agregado por unidad de volumen, menos los poros no saturables o impermeables y permeables o saturables.

La masa promedio de partículas de agregado por unidad de volumen, excluyendo solo los agujeros saturables o permeables, se conoce como densidad nominal.



La masa promedio de partículas de agregado por unidad de volumen, incluidos los huecos impermeables y no saturables, se conoce como densidad aparente (también conocida como volumen absoluto).

El peso específico aparente de agregado estaría saturada si se calculara usando material saturado y superficialmente seco (S.S.S.) en lugar de seco si se determinara usando material seco.

Es presumible que el material esté inicialmente saturado, lo que significa que los poros permeables de cada partícula están completamente llenos de agua y que el agua que reacciona con el cemento es agua libre, una de las tres densidades que se describieron anteriormente; Por esta razón, en los cálculos de mezclas se emplea la densidad aparente; Si el agregado empleado en el diseño tiene una densidad igual a la densidad aparente saturada, las masas de agregado calculadas serán masas saturadas; Sin embargo, las masas de agregados calculadas serán masas secas si se utiliza la densidad aparente seca para dosificar la mezcla.

La densidad aparente del agregado fino cumple con los requisitos de la NTC 237. Para la prueba se utiliza una cierta cantidad del material en condición SSS; se mide su masa en un matraz (o tubo de ensayo) lleno de agua y posteriormente se seca hasta obtener una masa consistente; La densidad aparente se calcula utilizando el volumen de desplazamiento y la diferencia de masas.

La norma ASTM se utiliza para evaluar la densidad aparente del agregado grueso. Una muestra del agregado en el S.S.S. Para la prueba se toma el estado saturado y superficialmente seco, y después de medir su masa en aire y agua,



se seca hasta que su masa permanece constante. La densidad aparente se calcula utilizando el volumen de desplazamiento y la diferencia de masas. Aunque una baja densidad podría indicar un agregado de baja calidad con una estructura porosa, la densidad aparente no es un indicador de la calidad del agregado; La densidad de la mayoría de los agregados de masa regulares suele oscilar entre 2,4 y 2,8 kg/dm<sup>3</sup>. (Rivera 2018)

### **Absorción y Humedad**

Controlar la cantidad de materiales en la mezcla y determinar las masas adecuadas de cada uno; adicionalmente, según las normas NTC 176, 237 y 1776, determinar la humedad y la absorción (el porcentaje de agua necesario para saturar los agregados u concreto expresado en relación a la masa de los materiales secos).

Materias sólidas y los poros o espacios, que pueden incluir o no agua, constituyen la estructura interior de las partículas de agregado. Los siguientes niveles de humedad estarán presentes cuando se encuentre un agregado:

**Seco:** No hay poros húmedos.

**Húmedo Insaturado:** Soluble en agua en ciertos tamaños de poro. Todos los poros permeables llenos de agua y material con la superficie seca se denominan saturados y con la superficie seca (S.S.S).

**Húmedo Sobresaturado:** El agua está presente en todos los poros permeables y en la superficie del material (agua libre).

Es posible agregar o quitar agua de la mezcla según los niveles de humedad del agregado (porque se supone que el agregado está saturado y el



cemento interactúa con el agua libre). Por otro lado, si la humedad del árido es inferior a su absorción, extraerá agua de la mezcla para saturarse. Si el contenido de humedad del árido es superior a su absorción, el material tiene agua libre y está añadiendo agua a la mezcla. Es fundamental poder especificar la relación agua-cemento manteniendo al mismo tiempo la relación agua-cemento (Rivera 2018).

El término "hinchamientos o expansiones de los agregados finos" se refiere al fenómeno que ocurre cuando el agregado fino está húmedo porque la humedad de la superficie mantiene separadas las partículas. Para una humedad determinada, las arenas finas se expanden más que las arenas gruesas; la expansión es insignificante con humedad baja (casi 0%) o humedad alta (más del 15%); la hinchazón es considerable (a veces hasta el 40%) con una humedad intermedia (entre el 4 y el 8%). La expansión cambia a medida que cambian la granulometría y la humedad. Dado que la mayoría de las arenas se suministran húmedas, no se recomiendan las dosificaciones por volúmenes, ya que pueden ocurrir grandes variaciones en las cantidades de la mezcla cuando las mezclas se crean por volumen (volumen suelto). (Rivera 2018)

### **Masa Unitaria**

La masa de una sustancia que se necesita para llenar un recipiente con una unidad de volumen se conoce como masa unitaria. Los espacios entre partículas se han incluido en la unidad de masa junto con el volumen de las partículas de agregado.

La unidad de masa puede encontrarse suelta o compactada; la masa unitaria suelta se utiliza para estimar la cantidad de agregados a comprar si



normalmente se venden por volumen (volumen suelto). La unidad de masa compactada se utiliza de diversas formas para dosificar mezclas. Según la norma NTC 92 se calcula la masa unitaria, y para áridos típicos su valor oscila entre 1,30 y 1,80 kg/dm<sup>3</sup>; para el mismo material, la masa unitaria compactada tiene un valor mayor.

Llenar un recipiente estándar de manera estándar constituye la prueba. El producto del volumen del recipiente por las masas de los agregados que contienen da la unidad de masa.

Si el material se vierte en el recipiente dejándolo caer libremente desde una altura no mayor a 5 cm por encima de su borde, la masa unitaria estimada es suelta; pero, si el relleno se hace en tres capas, lo que compacta el material, la unidad de masa estará comprimida. Para áridos de tamaño máximo menor o igual a 38 mm – 1½", la técnica de compactación puede ser apisonada, aplicando 25 golpes estándar por capa, o vibrada, aplicando 50 gotas estándar del envase por capa, para áridos de tamaños máximos tamaño. De 38 a 100 mm, o 1 ½" y 4". (Rivera 2018)

## **Resistencia**

Cuando un agregado se va a utilizar en concreto que está expuesto al desgaste, como pavimentos inflexibles, es importante que tenga resistencia al desgaste, que a menudo se usa como una medida general de la calidad del agregado.

Se coloca una muestra del material con la carga abrasiva dentro de un tambor de acero y se hace girar la máquina a una velocidad específica (30 a 33 rpm) durante un número predeterminado de revoluciones (el número de



revoluciones y la carga abrasiva dependen de la granulometría del material). Luego se retira el material de la máquina, se lava sobre un tamiz número 12 (1,68 mm) y se determina su masa. Este es el método de prueba más utilizado (normas NTC 93 y 98). La proporción de desgaste está limitado por la normativa a un máximo del 40%. (Rivera 2018)

### **2.2.3. Construcción sostenible**

#### **2.2.3.1. Definición de construcción sostenible**

El edificio del futuro, o construcción sostenible, se describe mejor como aquel que utiliza la energía de forma sostenible y con un respeto específico por el medio ambiente. Vale la pena enfatizar la importancia de investigar la utilización de fuentes de energía renovables en la construcción de edificios, además de prestar mucha atención a los efectos ambientales del uso de materiales de edificación específicos y la conservación de energía que implica el uso de edificios. (Carlos M Bedoya 2011)

#### **2.2.3.2. Extracción sin control de materiales pétreos de construcción**

Históricamente, la tierra, la madera, el hormigón, el acero y el vidrio han sido los componentes más utilizados en la industria de la edificación. Todos los demás materiales (excluidas la madera y la tierra) son compuestos hechos de elementos básicos no renovables. En el último siglo, también han dominado los materiales en pueblos, ciudades y, lamentablemente, incluso en las granjas. En el departamento de Antioquia, se están utilizando ladrillos, tejas de fibrocemento y bloques de concreto para construir las nuevas opciones de vivienda para campesinos e indígenas. (Carlos M Bedoya 2011)



Concreto: Alejandro Salazar Jaramillo, físico colombiano, afirma que el siglo XX es quizás la era del hormigón. Cada día, el uso de este material compuesto aumenta en popularidad. Basta ver los desarrollos habitacionales a gran escala que se están llevando a cabo actualmente en ciudades como Medellín para llegar a la conclusión de que los métodos de construcción que utilizan gruesos muros de concreto son típicos. (Escalante, 2006).

También necesitamos incluir el uso de este material en grandes proyectos de ingeniería como puentes, cruces de carreteras, centrales hidroeléctricas y aeropuertos, además de su aplicación en estructuras residenciales, comerciales e institucionales. Su uso a gran escala también se puede observar en placas deportivas, tarimas y mobiliario urbano. Debido a que el hormigón tiene excelentes cualidades mecánicas y físicas, se utiliza ampliamente. No sólo proporciona durabilidad y una oferta casi ilimitada de formas arquitectónicas, sino que también puede ser producido in situ o premezclado por empresas especializadas en este tipo de trabajos. Desafortunadamente, a pesar de sus beneficios en términos de tecnología y economía, tiene algunos inconvenientes que son cruciales en términos de medio ambiente. Estos son los siguientes:

- Los agregados, en particular, son recursos brutos no renovables que se utilizan para construir concreto. Más del 70% de la masa está formada por ellos.
- La producción de estos áridos afecta no sólo el entorno de la mina, sino también el aire que contamina a lo largo de varios kilómetros a través de las corrientes de viento, provocando infecciones respiratorias agudas.



- La vida útil de los revestimientos de fachadas de los edificios circundantes se ve afectada por la abrasión del viento o la corrosión cuando las operaciones de cantera están situadas en una zona urbana.

- En Colombia, la extracción de materias primas se realiza mediante minería a cielo abierto, lo que contribuye en gran medida a la degradación ambiental, ya que desarraiga la flora y la vida silvestre locales, a menudo transforma el terreno con daños casi irreparables y puede dejar el suelo estéril (CONGET, 2003).

### **2.2.3.3. Generación de residuos de construcción y demolición – RCDs**

Todas las ciudades del mundo, sin importar cuán desarrolladas estén, tienen dos problemas que, además del crecimiento demográfico, crean presiones y condiciones ambientales críticas para su mejor desarrollo. Entre ellos se incluyen la producción de basura a todos los niveles y la contaminación del aire provocada por la movilidad urbana. Las operaciones de construcción y demolición se incluyen en el segundo componente, que se ocupa de la generación de basura en todos los niveles.

La excavación y el movimiento de tierras se realizan mientras se construye un puente, una carretera u otra estructura. En estas acciones se produce la basura inicial del trabajo. Posteriormente se generan otros tipos de residuos que se clasifican en pétreos e inertes, resultando las siguientes tipologías: (Carlos M Bedoya 2011)

- Escombros de concreto.
- Escombros de ladrillo y argamasa.



- Residuos de cerámica
- Residuos de conducciones plásticas
- Trozos de madera
- Envolturas de materiales

Cabe mencionar que, debido a sus métodos de construcción comparables, las dos primeras categorías de basura son más comunes en Colombia y otras partes de América Latina. Naturalmente, se producen volúmenes de basura más diversos durante la destrucción de estructuras más antiguas o aquellas que han sufrido daños irreversibles de fuentes externas. Por ejemplo, arriba se pueden ver la capa asfáltica, tejas de barro cocido, fibrocemento, aluminio y restos de mortero de yeso. Esta basura es más difícil de manejar que los desechos de nuevas construcciones porque, en ausencia de iniciativas de recuperación de escombros, no se elimina con cuidado, sino que se elimina en el mismo lugar, contaminando materiales potencialmente útiles y disminuyendo la probabilidad de reciclaje o reutilización.

El hecho de que, en Medellín, una ciudad con una población de más de dos millones de habitantes, se generen más escombros que basura municipal sólida, debería dar una idea de la magnitud del problema de los residuos provocado por la construcción y la destrucción. Estas son las cantidades: (Carlos M Bedoya 2011)

- Desechos sólidos de construcción, (RSU) en Medellín: 2 400 Ton/día.
- Desechos de las demoliciones (RCD) en Medellín: 6 900 Ton/día (Carlos M Bedoya 2011)

#### 2.2.3.4. Reciclaje de materiales para la construcción

El reciclaje es el proceso de tratar o manipular la basura de forma industrial o artesanal con el fin de producir una nueva materia prima o componente.

El hormigón sirve como ejemplo: cuando se destruye, el árido y la pasta cementosa se extraen y se utilizan en un proceso industrial para crear hormigón nuevo. El papel también completa un intrigante ciclo de reciclaje, ya que se producen nuevos papeles para reemplazar entre el 50% y el 80% de recurso natural, como los árboles talados para hacer pulpa, debido a las grandes cantidades de papel que se desechan en oficinas, hogares y escuelas. Esto significa que una tonelada de papeles reciclados pueden contener entre 500 y 800 kg de materiales reciclados, lo que deja bajos porcentajes de materiales extraídos de las talas de árboles, lo que permite un plazo más largo para la recuperación forestal. (Carlos M Bedoya 2011)

**Reutilización:** Las reutilizaciones es el proceso de utilizar unos materiales de desechos para un propósito igual o comparable a su uso original, sin ninguna modificación o tratamiento adicional, aparte del tratamiento de superficie, limpieza o saneamiento.

Cuando se está derribando un edificio antiguo y sus componentes, como puertas, ventanas y rejas, después de haber sido cuidadosamente desmontados, se encuentran en buen estado, se instalan en otro edificio y sólo es necesario limpiarlos para su ubicación en otro proyecto diferente al anterior. Originalmente estaban ocupados. Este es un ejemplo de reutilización en acción. (Carlos M Bedoya 2011)



Son posibles tanto materiales reciclables como reciclados; un material puede ser reciclable sin ser necesariamente reciclado, o puede ser reciclable además de ser reciclado. Esto indica que una hoja de papel elaborada a partir de celulosa de madera es reciclable porque, luego de ser utilizada y desechada en una oficina o escuela, puede convertirse en materia prima para un nuevo ciclo, donde pasa por un proceso de reciclaje industrial o manual para convertirse en material reciclado. Además de estar fabricado ahora con materiales reciclados, este novedoso producto también podrá ser reciclable en el futuro. De forma similar se puede comparar el hormigón elaborado con árido grueso. Aunque no se recicla cuando proviene de cantera, ciertamente es reciclable. Con este enfoque, tendremos un material para nuestro proyecto que no sólo será reciclable sino también potencialmente reciclable una vez que los escombros de la destrucción de un edificio de concreto se valoren como agregados para una nueva mezcla. En pocas palabras, el material reciclable es aquel que, mediante el reciclaje, puede valorarse como fuente potencial de nuevas materias primas una vez finalizada su vida útil. Por otro lado, un material reciclado es aquel que se valora y convierte de residuo a materia prima para ser utilizado en un nuevo ciclo de fabricación después de haber sido categorizado primero como basura o residuo. (Carlos M Bedoya 2011)

#### **2.2.4. Diseño de mezclas**

##### **2.2.4.1. Resistencia del concreto**

La resistencia a la compresión promedio requerida  $f'c$  después de 28 días.

Si el valor de la desviación estándar es incierto.

**Tabla 6***Factor de corrección de resistencia a compresión  $F'_{cr}$ .(10)*

$f'c$	$f'cr$
Menores de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Mayores 350	$f'c + 98$

*Nota. ACI 211***Procedimiento:** (Abanto Castillo)

Paso 1: selección del asentamiento "S"

El asentamiento tiene 2 caminos.

Primero se utiliza la tabla N° 07, Segundo puede ser exigencia del problema.

**Tabla 7***Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción*

Tipos de Construcción	Máximo	Mínimo
- Zapata y Muros de cimentación Reforzados.	3"	1"
- Zapata simple, cajones y muro de subestructura.	3"	1"
- Vigas y Muros reforzados.	4"	1"
- Columnas de edificios	4"	1"
- Pavimentos y losas	3"	1"
- Concreto ciclópeo	2"	1"

*Nota. ACI 211***Tabla 8***Clasificación de consistencia*

CONSISTENCIA	SLUMP "S"	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
<b>Seca</b>	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
<b>Plástica</b>	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera
<b>Fluida o húmeda</b>	>5" a más	Muy trabajable	chuseado

*Nota. ACI 211*

**Tabla 9***Asentamientos recomendados para estructuras hidráulicas*

Tipo de Estructura	Asentamiento Máximo
<b>Construcciones Macizas</b>	2"
<b>Revestimiento de canales</b>	3"
<b>Losas horizontales ligeramente inclinadas</b>	2"
<b>Arcos y paredes laterales de túneles</b>	4"
<b>Otro tipos de estructura en concreto reforzados</b>	3"

*Nota. ACI 211*

Concreto bombeables deben tener como mínimo 5" de asentamiento (slump).

Paso 2: Determinar el tamaño agregado más grande posible

Siempre y cuando el tamaño máximo de agregado grueso nunca sea mayor que: el mayor tamaño de agregado comercialmente posible dadas las dimensiones de la construcción.

-1/5 de la dimensión más pequeña del encofrado entre sus caras.

- Un tercio del espesor de las losas.

- Tres cuartas partes del espacio abierto entre cables, barras o haces de barras de pretensores.

En el caso de que las técnicas de consolidación y trabajabilidad sean suficientes para evitar la entrada de cangrejos al concreto durante la colocación.

Paso 3: estimación del aire incorporado

Al hacer ejercicio o en un área donde hay frecuentes fluctuaciones de temperatura, puede ser necesario incluir aire.

Con A.I. o Sin A.I.

Paso N° 4 selecciones del volumen o cantidad de agua

Para lograr el asentamiento adecuado, La cantidad de agua suministrada por unidad de volumen de hormigón depende del tamaño máximo, perfil, textura y granulometría de los áridos, así como de la cantidad de aire contenido.

**Tabla 10**

*Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados. (3)*

ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)		Agua en lt/m <sup>3</sup> de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados.							
		10	12.5	20	25	40	50	70	150
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
		(3/8")	(1/2")	(3/4")	(1")	(1½")	(2")	(3")	(6")
<b>CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO</b>									
30 a 50	(1" a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125
80 a 100	(3" a 4")	225	215	200	195	175	170	160	140
150 a 180	(6" a 7")	240	230	210	205	185	180	170	***
Cantidad aproximada de aire atrapado (%).		3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO</b>									
30 a 50	(1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120
80 a 100	(3" a 4")	200	190	180	175	160	155	150	135
150 a 180	(6" a 7")	215	205	190	185	170	165	160	***
Contenido total de aire incorporado (%) en función del grado de exposición	Exposición suave	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5*	1.0*
	Exposición moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5*	3.0*
	Exposición severa	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5*	4.0*

*Nota. (Abanto Castillo)*

Paso N° 5 Selección del aire total atrapado

El contenido de aire total promedio sugerido para concretos en los cuales el aire es incorporado intencionalmente por razones de durabilidad, así como la

cantidad estimada de aire atrapado que se anticipa en el concreto sin aire incorporado.

Es importante tener en cuenta que las construcciones sometidas a ciclos de congelación y descongelación, así como algunas expuestas a agua salada o sulfatos, siempre deben construirse con hormigón con aire incorporado.

### Tabla 11

*Contenido de aire atrapado*

Tamaño Máximo del Agregado Grueso	Aire Atrapado (%)
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
4"	0.20%

*Nota. ACI 211*

### Exposición a ciclos de congelamiento y deshielo

Tanto para el concreto de peso normal como para el liviano que está expuesto a condiciones de congelación y descongelación o a agentes descongelantes, el contenido total de aire para el concreto resistente a la congelación denota la cantidad total de aire que debe ser arrastrado. Se debe incorporar el 1,5% del aire total.

El aire integrado en la Tabla podrá reducirse en un 1% para hormigones con f'c superior a 35 MPa.

### Tabla 12

*Contenido de aire incorporado total*

Tamaño Máximo del Agregado Grueso	Contenido de Aire Total (%)		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6	7.5
1/2"	4	5.5	7
3/4"	3.5	5	6.5
1"	3	4.5	6
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2	4	5
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1	3	4

Nota. ACI 211

Exposición moderada: esto se refiere a situaciones en las que se anticipa congelación durante el clima frío, pero el concreto no se someterá a agentes descongelantes u otros productos químicos agresivos, ni se dejará expuesto a la humedad o agua libre durante períodos prolongados de tiempo antes de congelarse. Esto comprende vigas, columnas, paredes o losas externas que se colocan de manera que no estén expuestas directamente a aplicaciones de sal helada y no estén en contacto con suelos húmedos.

Exposición severa: Esto describe circunstancias en las que el concreto puede estar sujeto a químicos congelantes u otro tipo agente agresivo en un ambiente frío, o puede estar excesivamente saturado debido a los contactos continuos con las humedades o aguas libres antes de congelarse.

Los ejemplos incluyen: pavimento, plataformas de puente, soportes de puente, viga curva, acera, canal, tanque o sumidero de agua, estacionamiento.

Paso N° 6 Selección de la relación agua – cemento (A/C)

Para garantizar el cumplimiento de los parámetros, a la hora de elegir la relación a/c se utilizará el valor más bajo entre los dos criterios de resistencia y

durabilidad. Es crucial que la vinculación a/c elegida de acuerdo con la resistencia cumpla también con las especificaciones de durabilidad.

### Por resistencia

La relación a/c para concreto elaborado con cementos comunes o cemento Portland tipo 1 se puede encontrar en la Tabla.

**Tabla 13**

*Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f'cr) (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN AGUA / CEMENTO DE DISEÑO EN PESO		
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	AIRE	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38		---
400	0.43		---
350	0.48		0.4
300	0.55		0.46
250	0.62		0.53
200	0.7		0.61
150	0.8		0.71

*Nota. ACI 211*

Las cifras representan resistencias promedio estimadas para concretos con un porcentaje de contenido de aire no mayor al mostrado en la tabla. El hormigón pierde resistencia cuando el contenido de aire aumenta en una proporción fija de agua a cemento.

### Por durabilidad

Si se necesita hormigón de baja permeabilidad se deberán aplicar operaciones de congelación y descongelación del hormigón cuando esté húmedo, según Norma Técnica de Edificación E.060. Deben cumplirse las condiciones enumeradas en la tabla.

Tabla 14

Máxima relación agua/cemento permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición.

CONDICIONES DE EXPOSICIÓN	RELACIÓN AGUA/CEMENTO MÁXIMA.
<b>Concreto de baja permeabilidad:</b>	
a) Expuesto a agua dulce.	0.50
b) Expuesto a agua de mar o aguas salobres.	0.45
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales. (*)	0.45
<b>Concreto expuesto a proceso de congelación y deshielo en condición húmeda:</b>	
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas.	0.45
b) Otros elementos.	0.50
<b>Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar o rocío de esta agua</b>	0.40
<b>Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15mm.</b>	0.45

Nota. ACI 211

(\*) La resistencia  $f'c$  no deberá ser menor de 245 kgf/cm<sup>2</sup> por razones de durabilidad.

Paso N° 7 Determinación de la cantidad de cemento

El agua de amasado dividida por la relación agua/cemento da la cantidad de cemento por unidad de volumen de hormigón (Its = kg).

$$\text{Contenido de Cemento en } \left(\frac{kg}{m^3}\right) = \frac{\text{Agua de mezclado (kg/m}^3\text{)}}{\text{relacion a/c para } f'cr}$$

Paso N° 8 Estimación del agregado grueso (A.G.)

El peso específico de la masa del agregado grueso.

Tabla 15

*Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto*

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso seco, compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para distintos módulos de finura de agregado fino.			
	MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Nota. (Abanto Castillo)*

\*Los volúmenes de agregados gruesos mostrados, está en condición seca y compactada, tal como se describe en la norma ASTM C29. (Abanto Castillo)

Los valores pueden aumentar en aproximadamente un 10% para los hormigones menos trabajables, como los necesarios para construir pavimentos.

Los valores pueden reducirse hasta en un 10% para hormigones más trabajables, como los que podrían ser necesarios para la instalación mediante bombeo. (Abanto Castillo)

Cantidad de A.G. (kg) = Volumen A.G. en cm<sup>3</sup> \* P.U. y compactado del A.G (gr/m<sup>3</sup>)

Paso N° 9 Estimación del contenido de agregado fino. (A.F.)

Existen 2 métodos para determinación del contenido de agregado fino.

Peso del A.F. (kg) = Peso del C° - (Peso A.G. + Peso Cemento + Peso Agua)

**Método de los pesos**

El peso unitario del hormigón fresco se conoce a menudo con una aproximación razonable gracias a experiencias pasadas con materiales de construcción. (Abanto Castillo)

El peso del hormigón nuevo por metro cúbico se puede encontrar mediante la siguiente fórmula:

$$P.U. = 10 \gamma_{ag} (100-A) + C (1 - \gamma_{ag}/ \gamma_{ce}) - W(\gamma_{ag}-1) \dots (\alpha)$$

Dónde:

PU Peso del hormigón fresco en kg/m<sup>3</sup>

$\gamma_{ag}$  es el peso específico promedio de la mezcla de agregado fino y grueso bajo S.S.S. ajustes.

$\gamma_{ce}$  = Peso específico del cemento en general 3.15.

A = Contenido porcentual de aire

W = Agua de mezcla requerida, en kg/m<sup>3</sup>

C = Cantidad de cemento requerida, expresada en kg/m<sup>3</sup>.

### Tabla 16

*Primera estimación del peso del concreto fresco (\*)*

TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO	MÁXIMO PRIMERA ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO EN kg/m <sup>3</sup>	ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO	
		CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
3/8"	2285		2190
1/2"	2315		2235
3/4"	2355		2280
1"	2375		2315
1 1/2"	2420		2355
2"	2445		2375
3"	2465		2400
6"	2505		2435

*Nota. (Abanto Castillo)*

\* Para determinar los resultados se ha utilizado el asentamiento medio para áridos con un peso específico de 2,7 y la ecuación ( ) para hormigones de riqueza media (330 kg de cemento por m<sup>3</sup>).

b) método de los volúmenes absolutos

El volumen absoluto de cualquier ingrediente en el concreto se determina dividiendo su peso por su peso específico.

$$\text{Volumen} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso específico}}$$

Paso N° 10, fórmula para el reajuste la cantidad de humedad natural del agregado.

Dado que los agregados utilizados para preparar el concreto a menudo están húmedos, aumenta la cantidad de agua (tanto superficial como absorbida) que constituye su peso seco. Como resultado, la cantidad de agua de mezclado añadida a la pieza fundida debe reducirse en la cantidad de humedad libre suministrada por los áridos, que se define como el contenido de humedad total del árido menos su proporción de absorción. (Abanto Castillo)

Por lo tanto:

Si:

Agregado Grueso: Humedad total (Wg) y % absorción (ag)

Agregado Fino : Humedad total (Wf) y % absorción (af)

Peso A.G. (kg) = Peso del A.G. seco \* Wg%

Peso A.F. (kg) = Peso del A.F. seco \* Wf%

Agua en A.G. (kg) = Peso del A.G. Seco \* (Wg% - ag%)

Agua en A.F. (kg) = Peso del A.F. Seco \* (Wf% - af%)

Agua neta o efectiva = Agua de diseño (kg) – (A.A.G + A.A.F.)

Paso N° 11 dosificaciones

El proceso consiste en relacionar la cantidad con la cantidad de cemento que se utiliza expresándola como una vinculación de peso. (Abanto Castillo)

### 2.2.5. Concreto

#### 2.2.5.1. Propiedades del concreto fresco

Cuando el concreto se mezcla y se deja curar, se dice que está fresco.

##### Trabajabilidad o manejabilidad

Se caracteriza por lo difícil que resulta mezclar, mover, colocar y comprimir (vibrar) el hormigón. (Pasquel Carbajal, 1998)

NTP 339.035: Determinar la fluidez del concreto fresco por el método del asentamiento del cono de Abrams.

#### Tabla 17

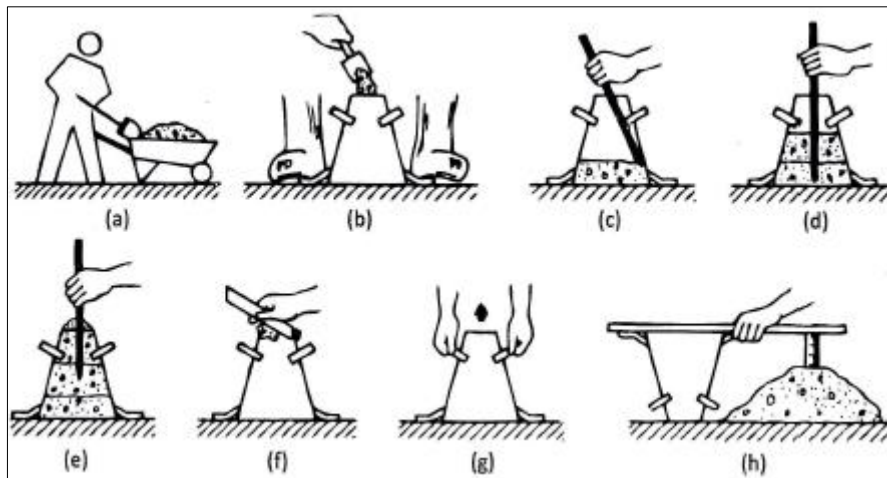
*Clases de mezclas según su asentamiento.*

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO COMPACTACIÓN	DE
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal	
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera	
Fluida húmeda	o >5"	Muy trabajable	chuseado	

*Nota. (Abanto Castillo)*

##### Procedimiento del ensayo

Después de llenar los tubos de ensayo, el hormigón se coloca en tres capas, cada capa tiene aproximadamente un tercio de la altura del molde. Después de la colocación de cada capa, la superficie se comprime uniformemente utilizando 25 golpes de varilla.

**Figura 1***Procedimiento del ensayo slump**Nota. (Niño Hernandez, 2010)*

### Segregación

Cangrejeras o bolsonadas, Cuando el hormigón de agregado grueso se vierte en las partes inferiores de la construcción, se debe separar de los demás componentes de hormigón. (Carbajal Pasquel, 1998)

Se produce por el uso de formulaciones deficientes y excesivamente secas, que favorecen la separación de las partículas gruesas, así como por el uso de demasiada agua y vibración excesiva. (La Torre Barra, 2007)

### Exudación

Es el afloramiento del agua asía la superficie del concreto colocado y posiblemente se deba al exceso de agua, falta de finos y cemento. La desventaja de la zona exudada es que sea una superficie débil. (La Torre Barra, 2007)

### Contracción

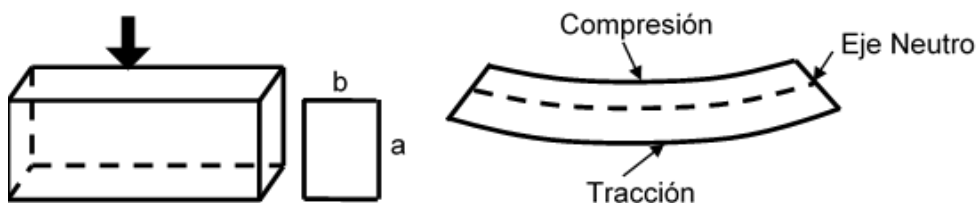
Por los desafíos de figuración que suele implicar, es uno de los rasgos más significativos.

El agrietamiento puede resultar de la contracción de la pasta de cemento debido a la reacción química que reduce el volumen de agua inicial, y más aún debido a la evaporación natural.

### 2.2.5.2. Propiedades del concreto endurecido

Figura 2

Concreto endurecido



Nota. (Genaro Delgado, 2011)

#### Resistencia

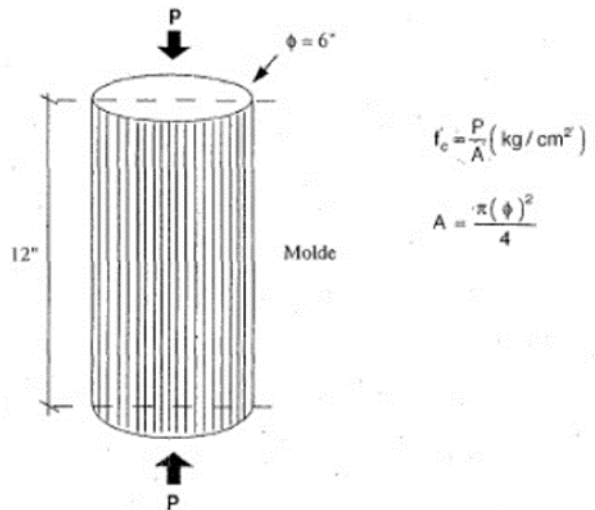
Su resistencia y durabilidad, así como su comportamiento de compresión superior a la tracción, son el resultado de las cualidades adhesivas de la pasta de cemento. (Pasquel Carbajal, 1998)

El vertido y curado correspondiente deberá realizarse en un plazo máximo de 28 días para alcanzar la resistencia a la compresión ( $f'c$ ). (Abanto Cantillo)

Por lo general, se prueban muestras de 12 pulgadas de alto por 6 pulgadas de diámetro para determinar la resistencia a la compresión del concreto. Se necesitan de dos a tres minutos para que las muestras alcancen la deformación máxima cuando se cargan longitudinalmente a una velocidad de deformación lenta. (Morales Morales, 2006).

**Figura 3**

Ensayo de compresión simple NTP 339.034 (ASTM D-422)



Nota. (Abanto Castillo)

### Elasticidad

Es la capacidad del hormigón de sufrir deformaciones temporales bajo carga. En sentido estricto, el hormigón no es una sustancia elástica. (Pasquel Carbajal, 1998)

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$$

### Extensibilidad

El hormigón tiene la capacidad de flexionarse sin romperse. Se determina teniendo en cuenta la mayor deformación unitaria que el hormigón puede soportar sin desarrollar fracturas. (Pasquel Carbajal, 1998)

## 2.3. Marco conceptual

### Ley 28611, Ley General del Ambiente.-

La ley N° 28611, La Ley General del Medio Ambiente, que fue adoptada en octubre de 2005 por el Congreso de la República del Perú, es la norma que



controla el marco legal del Perú para la gestión ambiental. Establece las leyes y regulaciones esenciales necesarias para garantizar que se disfrute efectivamente del derecho a un medio ambiente seguro, sano y adecuado para el pleno desarrollo de la vida. (Ley 28611)

### **Ley General de Residuos Sólidos N° 27314.-**

La Ley N° 27314 Ley General de residuos Sólidos, Aprobado mediante Decreto Supremo N° 057-2004-PCM de fecha 24 de Julio del 2004 se publica establecer derechos, obligaciones, atributos y responsabilidades de la sociedad en su conjunto con el fin de asegurar una adecuada gestión y disposición de los materiales de desecho limpios, saludables y amigables con el medio ambiente, respetando la prevención de riesgos ambientales, la minimización de residuos y la salud y el bienestar humano. Siendo principios de protección. (DS N°057-2004-PCM).

### **Decreto supremo N°003-2013-vivienda**

El decreto supremo N° 003-2013-VIVIENDA, aprueba las normas que regulan el tratamiento y eliminación de basuras resultantes de proyectos de construcción y demolición. Es obligatorio para todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, y se aplica a todas las actuaciones o procedimientos relacionados con el manejo y tratamiento de los residuos de construcción y destrucción. dentro de las fronteras del país. Según los términos del artículo 11 de la legislación general de residuos sólidos, las ciudades pequeñas y las zonas menos pobladas podrán quedar excluidas de las normas incluidas en este reglamento. (DS N° 003-2013-vivienda)

### **NTE – G.050.-**



La norma Técnica de edificaciones G.050, corresponde al ítem de seguridad durante la construcción. En la que establece de manera general la gestión de residuos sólidos derivados de las actividades de edificación y el manejo conveniente hasta su disposición final. (NTE-G.050)



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoque de la investigación

Un estudio cuantitativo es una investigación científica que se centra en recaudar y analizar información numérica y estadística para describir, explicar o pronosticar fenómenos y patrones en un entorno particular. Este tipo de exploración se basa en la recopilación de datos cuantificables o información que puede medirse y expresarse numéricamente. Para analizar los datos y obtener conclusiones objetivas, la investigación cuantitativa emplea métodos y técnicas estadísticas (Sánchez Flores, 2019).

En áreas como es la tecnología de concreto, esfuerzo compresión de concreto, concreto armado, entre otras, se encuentran frecuentemente estudios cuantitativos. Estos estudios contribuyen al progreso del conocimiento científico en diversas áreas y proporcionadas en unas bases sólidas para las tomas de decisiones fundamentadas en evidencia.



## 3.2. Método aplicado en la investigación

Se ha previsto completar este trabajo en las siguientes fases a medida que se desarrolla:

El primer paso incluirá elegir materias primas entre la basura que queda después de la construcción y destrucción.

En el segundo paso, se utilizarán métodos físicos para caracterizar los agregados reciclados gruesos, mientras que para los agregados finos se utilizarán materiales naturales de canteras.

En el tercer paso se realizarán pruebas de laboratorio de acuerdo con la norma ASTM para determinar los atributos mecánicos y físicos de los agregados reciclados y naturales.

Cuarta etapa: Se utilizarán las técnicas ACI 211 para construir mezclas de concreto con una resistencia a la compresión de 210 kgf/cm<sup>2</sup>, y se sustituirán tres muestras por diversos tipos de agregados:

- a) Agregado Grueso 30% reciclado y 70% Natural, Agregado fino 100% natural.
- b) Agregado Grueso 70% reciclado y 30% Natural, Agregado fino 100% natural.
- c) Agregado Grueso 0% reciclado y 100% Natural, Agregado fina 100% natural.
- d) Muestra patrón 100% de muestras naturales de Agregado Grueso y Agregado Fino.



Se efectuará la combinación de estos agregados reciclados y naturales con las dosificaciones propuestas, para la realización de 3 testigos o briquetas por cada dosificación.

Quinta etapa, las muestras se llevarán a una prensa hidráulica para determinar su resistencia al esfuerzo de la compresión a edades de 7, 14 y 28 días.

Sexta etapa, se identificarán y se analizarán las distintas normas vigentes en curso para ser aplicados a la presente exploración y aportar a la mejora en la disposición final de los residuos con experiencias obtenidas y actuales de la región de Puno.

### **3.3. Tipo de investigación**

Los objetivos principales de la exploración aplicada, una metodología científica, son resolver problemas del mundo real y aplicar conceptos teóricos a contextos particulares. La investigación aplicada, a diferencia de la investigación pura o básica, se ocupa del uso de información para resolver problemas particulares del mundo real o crear invenciones útiles, a diferencia de los dos últimos tipos de estudio, que se ocupan principalmente del desarrollo del conocimiento por sí mismo (Vargas Cordero, 2009).

Entre otras cosas, la investigación aplicada abarca la creación de nuevos bienes, la mejora de procedimientos industriales, la ejecución de iniciativas gubernamentales exitosas y la optimización de iniciativas de salud.



### 3.4. Nivel de investigación

Para explicar por qué ocurren ciertos sucesos, el estudio explicativo es un subconjunto de la exploración científica que se centra en comprender las conexiones de causa y efecto entre variables. El estudio explicativo tiene como objetivo determinar las causas o razones fundamentales que explican un determinado fenómeno, a diferencia de la investigación descriptiva, que se concentra en describir eventos o características. (Ramos Galarza, 2020).

La exploración descriptiva es un tipo de estudio científico donde el objetivo principal es caracterizar de forma precisa y completa los rasgos, atributos o comportamientos de un determinado evento o circunstancia. La investigación descriptiva tiene como objetivo proporcionar una descripción exhaustiva e imparcial del tema de estudio, a diferencia de otras metodologías de investigación como la investigación explicativa, que busca correlaciones causales (Guevara Alban & Verdesoto Arguello, 2020).

### 3.5. Diseño de investigación

La exploración es del tipo experimental, pues, se desea realizar una acción y luego observar sus consecuencias, es decir, encontrar la dosificación precisa de agregados reciclados para un apropiado diseño de mezclas a ser utilizado en pavimentos rígidos. Por ello para el presente estudio se indica la variable independiente corresponde a los Agregados reciclados y la variable dependiente corresponde al concreto para pavimento Rígido, según el siguiente diseño:

X -----Y

Por el conocimiento en diseños de concreto	: Científica
Por la selección del material a utilizar	: Descriptiva
Por la elaboración de ensayos	: Experimental
Por la evaluación de los resultados	: Cuantitativa

### **3.6. Población y muestra**

#### **3.6.1. Población**

La población de estudio está conformada por todos los pavimentos rígidos de la ciudad de Juliaca destinados a la demolición. Considerando los residuos sólidos provenientes de las obras civiles de edificación y demolición.

#### **3.6.2. Muestra**

Se ha procedido a seleccionar como muestra representativa las más crecientes como Juliaca, donde se considerará, para los agregados reciclados aquellas obras donde resulte la mayor cantidad de residuos provenientes de su ejecución y sus demoliciones.

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información**

#### **3.7.1. Técnicas de la investigación**

A través de la observación directa y el registro de eventos, comportamientos o fenómenos en sus entornos naturales, sin necesidad de intervención directa o manipulación de variables, el investigador recopila datos utilizando la metodología de exploración de observación directa. Para obtener un conocimiento más completo e imparcial de los fenómenos en estudio, este



método implica la observación metódica y profunda de los acontecimientos a medida que ocurren.

Al realizar observación directa, un investigador puede optar por asumir el papel de participante, interactuando con el entorno, o de no participante, permaneciendo fuera del escenario. Mantener la objetividad y abstenerse de influir en las conductas de los individuos o cosas bajo observación son cruciales para el observador.

Este método se utiliza a menudo en muchos campos, incluida la ingeniería, para registrar el comportamiento de los fenómenos, así como la resistencia de materiales como el hormigón, los ladrillos y los suelos. La adquisición de datos mediante observación directa puede proporcionar información importante sobre patrones de comportamiento, interacciones, atributos ambientales y otras características relevantes para la exploración.

### **3.7.2. Instrumentos de la investigación**

Cualquier dispositivo o método utilizado por los investigadores para recopilar datos de forma organizada y metódica se denomina instrumento de recopilación de datos. Las hojas de recopilación de datos son un tipo particular de herramienta utilizada en procesos de investigación que se presenta en forma de tarjetas, formularios o papeles con el propósito de registrar datos de manera eficiente y ordenada.

Dependiendo de la naturaleza de la exploración, las hojas de recolección de datos a menudo tienen áreas o secciones diseñadas para registrar información pertinente a la investigación, como nombres, fechas, clasificaciones, diseño y resistencia del concreto, u otros detalles. Estas hojas se utilizan para



realizar un seguimiento de la recaudación de información y facilitar el análisis de los datos.

En conclusión, una herramienta de recopilación de datos, como las hojas de recopilación de datos, ofrece un marco que permite a los investigadores recopilar datos de manera organizada, garantizando coherencia en el proceso y agilizando el análisis de datos.

### **3.8. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación**

#### **3.8.1. Validación de los instrumentos**

El proceso de validación de un instrumento de investigación es un paso esencial para garantizar la validez y confiabilidad de la herramienta utilizada para la recopilación de información. La validez es la capacidad del instrumento para medir lo que se pretende evaluar, mientras que la confiabilidad es la consistencia y estabilidad de las mediciones (Supo, 2013).

Es crucial enfatizar que estas técnicas pueden usarse en conjunto para aumentar la validez general y que la validación de instrumentos es una actividad continua. Además, el tipo de instrumento utilizado y el entorno de la investigación influirán en la selección de la metodología.

Un componente esencial para evaluar la calidad de una herramienta de medición es su validez de contenido. Describe qué tan bien un instrumento representa y captura el contenido o dominio que debe medir.

Reunir un panel de expertos que incluya ingenieros y especialistas con experiencia relevante en el campo de la investigación. Evalúa la



representatividad y aplicabilidad de las preguntas a los principios de ingeniería particulares que se están evaluando.

En el laboratorio, se crearon diseños de mezclas de concreto para tres tipos diferentes de muestras además de una muestra de referencia.

En la muestra 01

Se llega a una resistencia de concreto para un pavimento rígido en donde se requería un diseño de mezclas para una resistencia de concreto de 210 kgf/cm<sup>2</sup>.

La muestra 02

Presenta un resultado de 213.59 kgf/cm<sup>2</sup>, lo cual si cumple, con el resultado de diseño de mezclas de concreto realizado para la muestra 02 y 03 no cumplen.

### **3.8.2. Confiabilidad de los instrumentos**

El IVC es un índice cuantitativo que mide la concordancia entre los expertos sobre la claridad, relevancia y representatividad de los ítems en un instrumento. Se calcula mediante la fórmula:

$$IVC = \frac{\text{Numero de expertos que "Sí" en un ítem}}{\text{Numero total de expertos}} \times 100 \quad \text{Ecu. (1)}$$

Interpretación del IVC:

Un IVC cercano al 100% indica un alto grado de concordancia entre los expertos en cuanto a la validez de contenido del ítem.

Un IVC más bajo sugiere que los expertos tienen opiniones divergentes sobre la validez de contenido del ítem.



## 3.9. Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis

### Prueba de normalidad

Se utiliza un proceso estadístico llamado "prueba de normalidad" para establecer si una muestra de datos es representativa de una población con una distribución regular. Dado que muchos procedimientos estadísticos paramétricos se basan en el supuesto de normalidad, es crucial confirmar que los datos cumplen con este requisito antes de ejecutar pruebas estadísticas específicas.

El examen de Shapiro-Wilk fue creada expresamente para examinar la normalidad de una muestra. La covarianza entre los datos ordenados y los valores predichos de una muestra extraída de una distribución normal sirve como base para la estadística de prueba.

### Prueba de hipótesis

Cuando hay valores atípicos en los datos que podrían distorsionar la correlación o cuando los datos no siguen una distribución regular, a menudo se utiliza la correlación de Spearman. Cuando existe una conexión no lineal entre las variables o cuando las variables están en una escala ordinal, esta prueba es muy útil.

La coeficiencia de vinculación de Spearman, representado por el símbolo  $\rho$  (rho), oscila entre -1 y 1. Una correlación positiva completa se muestra con un valor de  $\rho$  cercano a 1, mientras que una correlación negativa perfecta se indica con un valor cercano a -1. Cuando  $\rho$  está cerca de cero, sugiere que no existe relación entre las variables.

### Regla de Decisión:



Definir la región de rechazo basada en la estadística de prueba y el nivel de representación. Esto implica establecer si la prueba será de cola izquierda, de cola derecha o de dos colas.

### **Cálculo del Estadístico y P-valor:**

Recopilar datos y calcular la estadística de prueba. Posteriormente, calcular el p-valor asociado al estadístico bajo la hipótesis nula.

### **Toma de Decisión:**

Comparar el p-valor con el grado de representación

Si  $p \leq \alpha$ , rechazar  $H_0$

Si  $p > \alpha$ , no rechazar  $H_0$



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos

##### **Presentación de los Datos:**

La información se recopiló y organizó de manera clara y comprensible, y los hallazgos se presentaron de acuerdo con el diseño de mezcla que se probó en el laboratorio de concreto. El objetivo de esta técnica es transmitir eficazmente los hallazgos a una audiencia mediante el uso de gráficos, tablas y otras formas visuales. Una presentación adecuada de los datos proporciona una perspectiva inteligible y organizada del grupo de datos, lo que facilita la identificación de patrones, tendencias y atributos importantes.

##### **Interpretación de los Datos:**

La interpretación de los datos va más allá de la descripción numérica y busca dar significado a los resultados obtenidos durante el análisis. Este paso implica contextualizar los hallazgos dentro del marco teórico, considerar la relevancia práctica de los resultados y explorar las implicaciones de los patrones identificados. La interpretación es esencial para transformar los datos en



información significativa y comprensión, permitiendo que los resultados se integren en el contexto más amplio de la exploración.

En la ciudad de Juliaca la parte perjudicada es la sobre explotación de canteras de agregados, en donde el reciclado de agregados podría reducir, por lo que se podría mejorar el medio ambiente.

#### ***4.1.1. Presentación de resultados del objetivo específico 01, determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones.***

##### **4.1.1.1. Propiedades físicas de agregados naturales y agregados reciclados**

Las cualidades inherentes de los materiales pétreos derivados del reciclaje de escombros de edificación y demolición se denominan atributos físicos de los áridos reciclados. Las características de estos materiales reciclados podrían ser diferentes a las de los áridos naturales. La presencia de componentes extraños, distribución granulométrica y tamaño de partícula, contenido de poros y absorción de agua, resistencia a la abrasión y durabilidad son algunas de los atributos físicos de los agregados reciclados. Para garantizar una resistencia y calidad suficientes de los áridos reciclados en aplicaciones de construcción sostenible, es necesario un examen cuidadoso de estos atributos. Además, se cree que la selección y el uso de áridos reciclados están significativamente influenciados por su efecto medioambiental, lo que respalda la adopción de métodos de la industria de las edificaciones más respetuosas con el medio ambiente.

**Tabla 18.***Propiedades físicas del agregado grueso (natural)*

<b>Características físicas</b>	<b>Agregado grueso</b>
% de humedad natural	0.77
% de absorción	1.83

*Nota. ejecutado por el autor.***Tabla 19.***Propiedades mecánicas del agregado grueso (natural)*

<b>Características mecánicas</b>	<b>Agregado grueso</b>
Peso unitario suelto	1360.2 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1536.4 g/cm <sup>3</sup>
Módulo de fineza	5.99

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Interpretación.** Las Tablas 18 y 19 presentan las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso (natural) utilizado en un estudio. Con respecto a las propiedades físicas se tiene un 0.77% de humedad natural y una capacidad de absorción del 1.83%, lo que indica su capacidad para retener agua. En cuanto a las propiedades mecánicas se tiene, el peso unitario suelto del agregado es de 1360.2 g/cm<sup>3</sup>, mientras que el peso unitario compactado es de 1536.4 g/cm<sup>3</sup>, mostrando la densidad del material bajo diferentes condiciones. Además, el módulo de fineza es de 5.99, lo que proporciona información sobre la distribución granulométrica del agregado. Estas propiedades son fundamentales para determinar el comportamiento del material en aplicaciones del concreto.

**Tabla 20.***Propiedades físicas del agregado grueso (reciclado)*

<b>Características físicas</b>	<b>Agregado grueso</b>
% de humedad natural	<b>0.18</b>
% de absorción	4.68

*Nota. ejecutado por el autor.*



**Tabla 21.**

*Propiedades mecánicas del agregado grueso (reciclado)*

<b>Características mecánicas</b>	<b>Agregado grueso</b>
Peso unitario suelto	1119.3 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1270.2 g/cm <sup>3</sup>
Módulo de fineza	5.92

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Interpretación.** En las Tablas 20 y 21 describen las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso reciclado, se observa que el agregado reciclado presenta un bajo porcentaje de humedad natural (0.18%) pero una alta capacidad de absorción (4.68%), lo que indica su mayor porosidad en comparación con el agregado natural. Así mismo, se muestra que su peso unitario suelto es de 1119.3 g/cm<sup>3</sup> y su peso unitario compactado es de 1270.2 g/cm<sup>3</sup>, valores inferiores a los del agregado natural, lo que sugiere una menor densidad. El módulo de fineza es de 5.92, similar al del agregado natural, reflejando una distribución granulométrica comparable. Estas características indican que el agregado reciclado puede comportarse de manera diferente al natural en aplicaciones en concreto hidráulicos, especialmente en términos de absorción y densidad.

#### **4.1.1.2. Propiedades mecánicas de agregados naturales y agregados reciclados**

Las cualidades inherentes que gobiernan cómo reaccionan estos materiales pétreos a las fuerzas externas aplicadas se denominan propiedades mecánicas de los agregados naturales. Estas características son cruciales para aplicaciones de pavimentos y construcción.

Las cualidades inherentes que definen cómo se comportan los agregados reciclados bajo cargas mecánicas, dado que están hechos de materiales reciclados, se denominan propiedades mecánicas. En los ámbitos de la sostenibilidad y el reciclaje de residuos de construcción, estas características son esenciales.

**Tabla 22.**

*Propiedades mecánicas del agregado natural.*

<b>Características mecánicas</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agregado fino</b>
Peso específico	2.602	2.510
Peso unitario varillado	1536.4	1783.2
Peso unitario suelto	1360.2	1684.10

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Interpretación.** En la Tabla 22 se presenta las propiedades mecánicas del agregado natural, tanto gruesas como finas. Para el agregado grueso, el peso específico es de 2.602, con un peso unitario varillado de 1536.4 g/cm<sup>3</sup> y un peso unitario suelto de 1360.2 g/cm<sup>3</sup>. Por otro lado, el agregado fino tiene un peso específico de 2.510, un peso unitario varillado de 1783.2 g/cm<sup>3</sup>, y un peso unitario suelto de 1684.10 g/cm<sup>3</sup>. Estas diferencias en peso específico y en los pesos unitarios reflejan las distintas características físicas de los agregados según su granulometría, donde el agregado fino presenta una mayor compactación y densidad en estado varillado y suelto en comparación con el agregado grueso, lo que podría influir en su comportamiento dentro de una mezcla de concreto.

**Tabla 23.**

*Propiedades mecánicas del agregado natural.*

<b>Propiedad mecánica</b>	<b>Suelto</b>	<b>Compactado</b>
Peso unitario	1119.30	1270.20
Tamaño máximo	1"	



---

Tamaño M. Nominal	3/4"
Módulo de fineza	5.92

---

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Interpretación.** En la Tabla 23 se detalla las propiedades mecánicas del agregado natural en estado suelto y compactado. El peso unitario es de 1119.30 g/cm<sup>3</sup> en estado suelto y de 1270.20 g/cm<sup>3</sup> en estado compactado, lo que refleja la mayor densidad alcanzada cuando el agregado se compacta. El tamaño máximo del agregado es de 1", mientras que su tamaño nominal es de 3/4", indicando la granulometría del material. Además, el módulo de fineza es de 5.92, lo que proporciona información sobre la distribución de partículas en el agregado y su influencia en la trabajabilidad y compactación del concreto. Estas propiedades son cruciales para la selección y uso del agregado en diferentes aplicaciones constructivas, ya que afectan la mezcla y el desempeño del concreto.

#### ***4.1.2. Presentación de resultados del objetivo específico 02, determinación de la dosificación adecuada de agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones.***

##### **Dosificación adecuada del concreto**

La cantidad de ingredientes necesarios para crear una mezcla de concreto con las propiedades requeridas se conoce como dosis de concreto adecuada. El cemento, el agua, los agregados (como arena y grava) y los materiales reciclables son los principales ingredientes del concreto. Lograr resistencia, durabilidad y otras cualidades deseadas en el concreto requiere la dosis correcta.

**Tabla 24.**

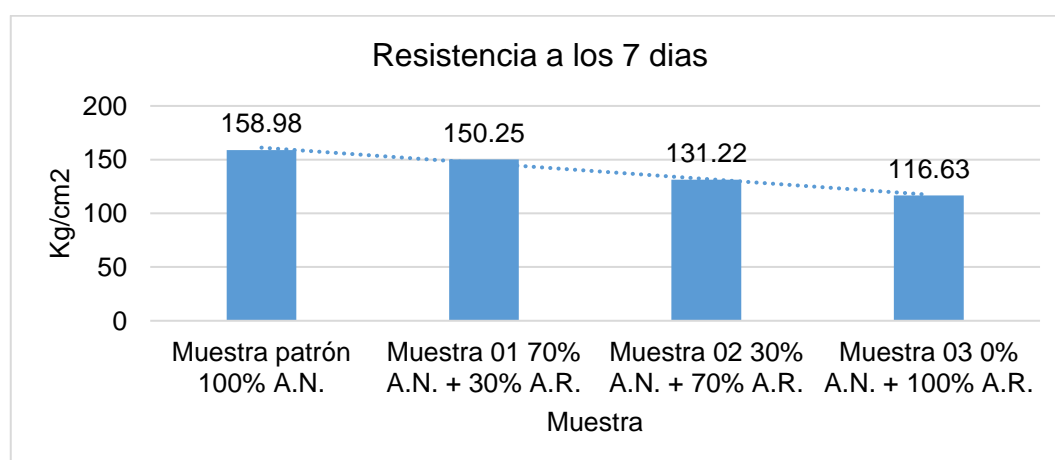
*Resistencia de concreto a los 7 días, con diferentes dosificaciones.*

N°	Elemento	Edad	Resistencia a los 7 días
1	Muestra patrón 100% A.N.	7	158.98 kg/cm <sup>2</sup>
2	Muestra 01 70% A.N. + 30% A.R.	7	150.25 kg/cm <sup>2</sup>
3	Muestra 02 30% A.N. + 70% A.R.	7	131.22 kg/cm <sup>2</sup>
4	Muestra 03 0% A.N. + 100% A.R.	7	116.63 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Figura 4.**

*Diagrama de resistencia de concreto con diferentes dosificaciones.*



*Nota. ejecutado por el autor.*

El cuadro proporciona información sobre la rigidez a los 7 días de diferentes muestras de concreto, expresada en unidades de presión en este caso, kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>). Muestra patrón 100% A.N.: Esta muestra, compuesta completamente de agregados naturales (A.N.), tiene una rigidez a los 7 días de 158.98 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra 01 70% A.N. + 30% A.R.: Esta muestra, compuesta en un 70% por agregados naturales y en un 30% por agregados reciclados (A.R.), tiene una rigidez a los 7 días de 150.25 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra 02 30% A.N. + 70% A.R.: Esta muestra, compuesta en un 30% por agregados naturales y en un 70% por agregados reciclados, tiene una rigidez a los 7 días de 131.22 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra 03 0% A.N. + 100% A.R.: Esta muestra, compuesta completamente de agregados reciclados, tiene la resistencia más

baja a los 7 días, con 116.63 kg/cm<sup>2</sup>. En este contexto, se observa que la resistencia a los 7 días disminuye a medida que incrementa la dosificación de agregados reciclados en la mezcla.

**Tabla 25.**

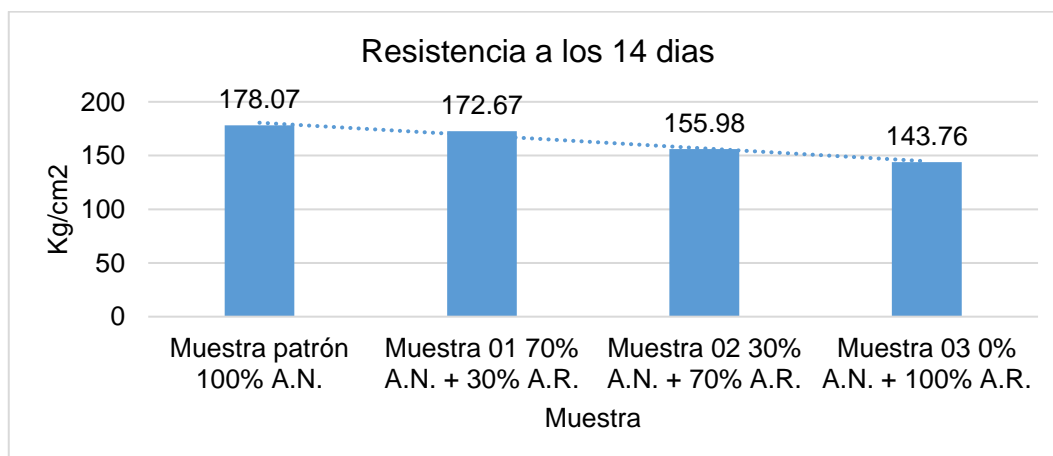
*Resistencia de concreto a los 14 días, con diferentes dosificaciones.*

N°	Elemento	Edad	Resistencia a los 14 días
1	Muestra patrón 100% A.N.	14	178.07 kg/cm <sup>2</sup>
2	Muestra 01 70% A.N. + 30% A.R.	14	172.67 kg/cm <sup>2</sup>
3	Muestra 02 30% A.N. + 70% A.R.	14	155.98 kg/cm <sup>2</sup>
4	Muestra 03 0% A.N. + 100% A.R.	14	143.76 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Figura 5.**

*Diagrama de resistencia de concreto a 14 días, con diferentes dosificaciones.*



*Nota. ejecutado por el autor.*

Este cuadro proporciona información sobre la resistencia a los 14 días de diferentes muestras de concreto, Muestra patrón 100% A.N.: Esta muestra, compuesta completamente de agregados naturales (A.N.), tiene una resistencia a los 14 días de 178.07 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra 01 70% A.N. + 30% A.R.: Esta muestra, compuesta en un 70% por agregados naturales y en un 30% por agregados reciclados (A.R.), tiene una resistencia a los 14 días de 172.67 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra 02 30% A.N. + 70% A.R.: Esta muestra, compuesta en un 30% por agregados

naturales y en un 70% por agregados reciclados, tiene una resistencia a los 14 días de 155.98 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra 03 0% A.N. + 100% A.R.: Esta muestra, compuesta completamente de agregados reciclados, tiene la resistencia más baja a los 14 días, con 143.76 kg/cm<sup>2</sup>. En este caso, se observa que la resistencia a los 14 días es generalmente mayor que la resistencia a los 7 días, lo cual es típico del concreto, ya que continúa ganando resistencia con el tiempo de curado. También se mantiene la tendencia de que a medida que aumenta la dosificación de agregados reciclados en la mezcla, la resistencia disminuye.

**Tabla 26.**

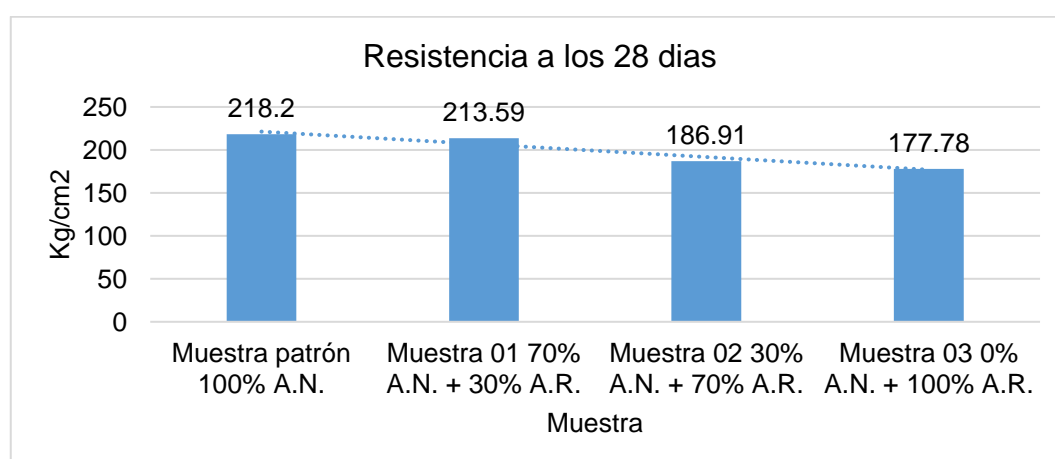
*Resistencia de concreto a los 28 días, con diferentes dosificaciones.*

N°	Elemento	Edad	Resistencia a los 28 días
1	Muestra patrón 100% A.N.	28	218.20 kg/cm <sup>2</sup>
2	Muestra 01 70% A.N. + 30% A.R.	28	213.59 kg/cm <sup>2</sup>
3	Muestra 02 30% A.N. + 70% A.R.	28	186.91 kg/cm <sup>2</sup>
4	Muestra 03 0% A.N. + 100% A.R.	28	177.78 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Figura 6.**

*Diagrama de resistencia de concreto a 28 días, con diferentes dosificaciones.*



*Nota. ejecutado por el autor.*

Este cuadro proporciona información sobre la resistencia a los 28 días de diferentes muestras de concreto, Muestra patrón 100% A.N.: Esta muestra,

compuesta completamente de agregados naturales (A.N.), tiene una resistencia a los 28 días de 218.20 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra 01 70% A.N. + 30% A.R.: Esta muestra, compuesta en un 70% por agregados naturales y en un 30% por agregados reciclados (A.R.), tiene una resistencia a los 28 días de 213.59 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra 02 30% A.N. + 70% A.R.: Esta muestra, compuesta en un 30% por agregados naturales y en un 70% por agregados reciclados, tiene una rigidez a los 28 días de 186.91 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra 03 0% A.N. + 100% A.R.: Esta muestra, compuesta completamente de agregados reciclados, tiene la resistencia más baja a los 28 días, con 177.78 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a los 28 días es un indicador clave de la calidad del concreto y es crítica en proyectos de construcción. Se observa que, al igual que en las pruebas anteriores, la rigidez tiende a disminuir a medida que incrementa la dosificación de agregados reciclados en la mezcla. Estos resultados proporcionan información valiosa para la toma de decisiones en el diseño y la especificación de mezclas de concreto.

### Comportamiento del concreto

**Tabla 27.**

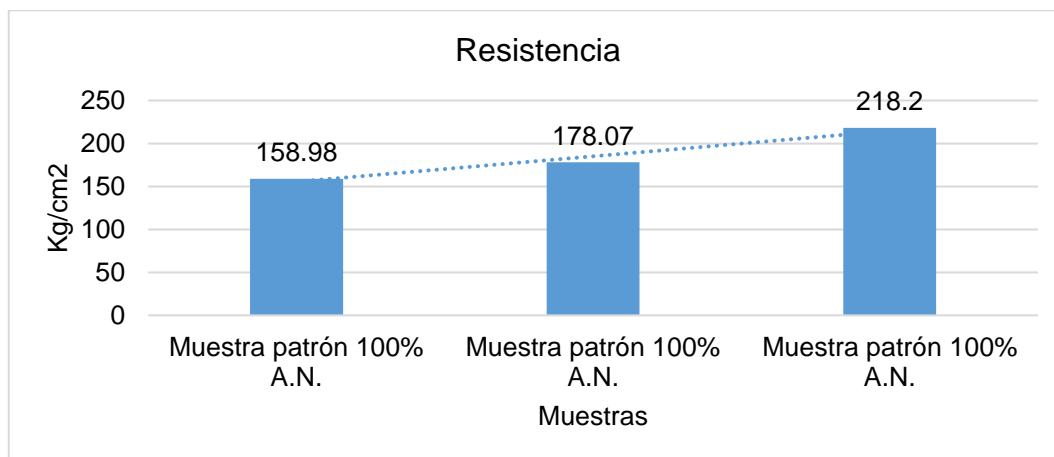
*Evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad.*

N°	Elemento	edad	Resistencia 7, 14 y 28 días
1	Muestra patrón 100% A.N.	7	158.98 kg/cm <sup>2</sup>
2	Muestra patrón 100% A.N.	14	178.07 kg/cm <sup>2</sup>
3	Muestra patrón 100% A.N.	28	218.20 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Figura 7.**

*Diagrama de la evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad.*



*Nota. ejecutado por el autor.*

Este cuadro proporciona información sobre la resistencia a diferentes edades (7, 14 y 28 días) de una muestra específica de concreto compuesta completamente de agregados naturales (A.N.). Aquí está la interpretación de los datos: 7 días: el esfuerzo a compresión del concreto en los 7 días es de 158.98 kg/cm<sup>2</sup>. 14 días: el esfuerzo a compresión del concreto en los 14 días es de 178.07 kg/cm<sup>2</sup>. 28 días: La resistencia a los 28 días es de 218.20 kg/cm<sup>2</sup>. Estos datos muestran cómo la resistencia del concreto aumenta con el tiempo de curado. Es común realizar pruebas de resistencia a diferentes edades para evaluar el desarrollo de la resistencia a lo largo del tiempo. En este caso, la muestra de concreto alcanza su resistencia máxima a los 28 días, que es un resultado típico en muchas mezclas de concreto. Este tipo de información es valiosa para diseñar y especificar mezclas de concreto en proyectos de construcción, ya que la resistencia a diferentes edades puede afectar la programación y la durabilidad de la estructura.

**Tabla 28.**

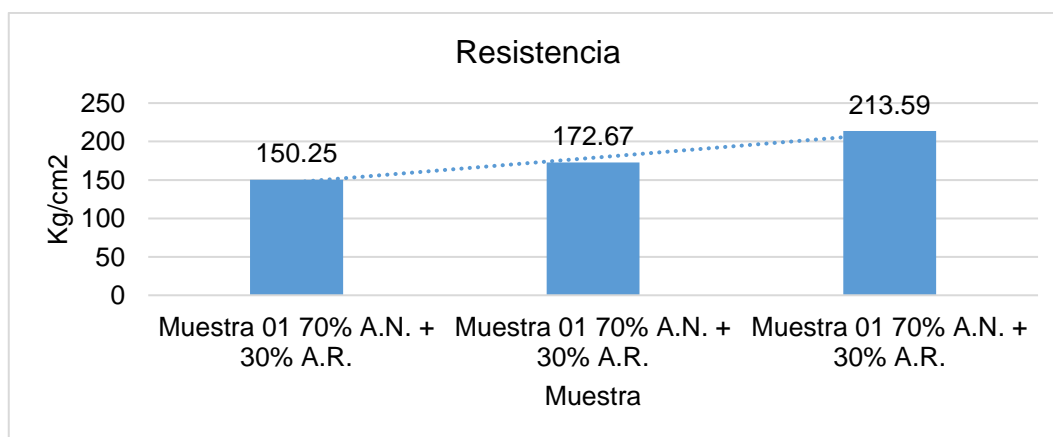
*Evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 70% de agregados naturales*

N°	Elemento	edad	Resistencia 7, 14 y 28 días
1	Muestra 01 70% A.N. + 30% A.R.	7	150.25 kg/cm <sup>2</sup>
2	Muestra 01 70% A.N. + 30% A.R.	14	172.67 kg/cm <sup>2</sup>
3	Muestra 01 70% A.N. + 30% A.R.	28	213.59 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Figura 8.**

*Diagrama de evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 70% de agregados naturales*



*Nota. ejecutado por el autor.*

Este cuadro proporciona información sobre la resistencia a diferentes edades (7, 14 y 28 días) de una muestra específica de concreto compuesta en un 70% por agregados naturales (A.N.) y en un 30% por agregados reciclados (A.R.). Aquí está la interpretación de los datos: 7 días: La firmeza a los 7 días es de 150.25 kg/cm<sup>2</sup>. 14 días: el esfuerzo a compresión del concreto en los 14 días es de 172.67 kg/cm<sup>2</sup>. 28 días: La firmeza a los 28 días es de 213.59 kg/cm<sup>2</sup>. Estos datos también muestran cómo la resistencia del concreto aumenta con el tiempo de curado. En este caso, la muestra de concreto alcanza su resistencia máxima a los 28 días. La dosificación específica de agregados naturales y reciclados en esta muestra afecta la firmeza en comparación con el patrón 100%

A.N. que se mencionó anteriormente. La información es valiosa para comprender cómo la inclusión de agregados reciclados puede afectar las propiedades del concreto a lo largo del tiempo.

**Tabla 29.**

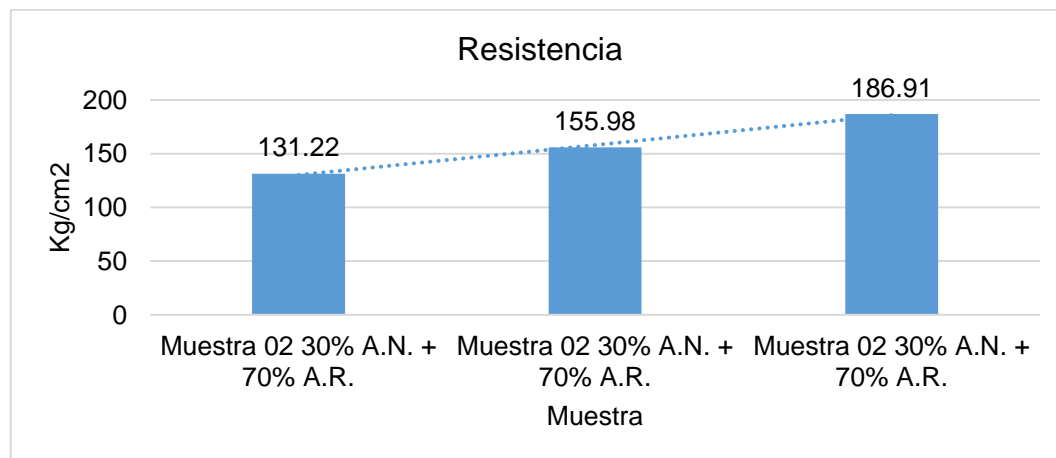
*Evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 30% de agregados naturales*

N°	Elemento	edad	Resistencia 7, 14 y 28 días
1	Muestra 02 30% A.N. + 70% A.R.	7	131.22 kg/cm <sup>2</sup>
2	Muestra 02 30% A.N. + 70% A.R.	14	155.98 kg/cm <sup>2</sup>
3	Muestra 02 30% A.N. + 70% A.R.	28	186.91 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Figura 9.**

*Diagrama de evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 30% de agregados naturales*



*Nota. ejecutado por el autor.*

Este cuadro proporciona información sobre la firmeza a diferentes edades (7, 14 y 28 días) de una muestra específica de concreto compuesta en un 30% por agregados naturales (A.N.) y en un 70% por agregados reciclados (A.R.). Aquí está la interpretación de los datos: 7 días: La firmeza a los 7 días es de 131.22 kg/cm<sup>2</sup>. 14 días: La firmeza a los 14 días es de 155.98 kg/cm<sup>2</sup>. 28 días: La firmeza a los 28 días es de 186.91 kg/cm<sup>2</sup>. Estos datos también muestran

cómo la resistencia del concreto aumenta con el tiempo de curado. Al igual que en las otras muestras, la muestra de concreto alcanza su resistencia máxima a los 28 días. La dosificación específica de agregados naturales y reciclados en esta muestra afecta la resistencia en comparación con el patrón 100% A.N. Comparando estos resultados con los de las otras muestras, se observa que la muestra con mayor dosificación de agregados reciclados tiene una resistencia a 7, 14 y 28 días más baja en comparación con las muestras con menor dosificación de agregados reciclados. Esto resalta la influencia de la dosificación de agregados reciclados en las propiedades del concreto a lo largo del tiempo.

**Tabla 30.**

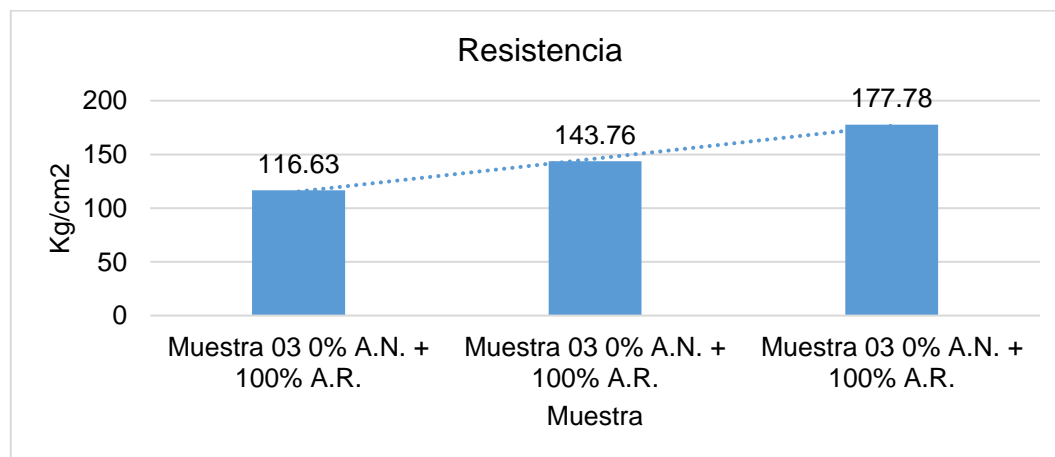
*Evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 0% de agregados naturales*

N°	Elemento	edad	Resistencia 7, 14 y 28 días
1	Muestra 03 0% A.N. + 100% A.R.	7	116.63 kg/cm <sup>2</sup>
2	Muestra 03 0% A.N. + 100% A.R.	14	143.76 kg/cm <sup>2</sup>
3	Muestra 03 0% A.N. + 100% A.R.	28	177.78 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota. ejecutado por el autor.*

**Figura 10.**

*Diagrama de evolución del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, con 0% de agregados naturales.*



*Nota. ejecutado por el autor.*



Este cuadro proporciona información sobre la resistencia a diferentes edades (7, 14 y 28 días) de una muestra específica de concreto compuesta completamente por agregados reciclados (A.R.). Aquí está la interpretación de los datos: 7 días: el esfuerzo a compresión del concreto en los 7 días es de 116.63 kg/cm<sup>2</sup>. 14 días: el esfuerzo a compresión del concreto en los 14 días es de 143.76 kg/cm<sup>2</sup>. 28 días: La resistencia a los 28 días es de 177.78 kg/cm<sup>2</sup>. Estos datos también muestran cómo la resistencia del concreto aumenta con el tiempo de curado. En este caso, al igual que en las otras muestras, la muestra de concreto alcanza su resistencia máxima a los 28 días. La ausencia de agregados naturales en esta mezcla (composición 0% A.N. + 100% A.R.) resulta en resistencias más bajas en comparación con las mezclas que contienen agregados naturales. Comparando estos resultados con los de las otras muestras, se observa que la muestra con 100% de agregados reciclados tiene la resistencia más baja en los tres períodos de curados (7, 14 y 28 días). Esto destaca cómo la composición de la mezcla afecta significativamente las propiedades del concreto y enfatiza la importancia de considerar la dosificación de agregados en el diseño de la mezcla.

#### ***4.1.3. Presentación de resultados del objetivo específico 03, establecimiento de procedimientos de tratamientos de los agregados reciclados para el aprovechamiento de los residuos producto de las construcciones y demoliciones***

Desde el punto de vista de las políticas públicas actuales, el establecimiento de procedimientos de tratamiento de áridos reciclados se presenta como un componente crucial para apoyar nuevas herramientas



legislativas que permitan el aprovechamiento de los residuos generados por la construcción y demolición en el ámbito de la construcción urbana y viaria, con un enfoque sostenible.

La gestión de los residuos de construcción y demolición (CWD) se ha convertido en un tema importante en el contexto de la expansión urbana en curso. La promoción de la sostenibilidad en la construcción de infraestructuras viarias y urbanas depende del manejo adecuado de los áridos reciclados derivados de estos residuos.

Se están creando procedimientos que marcan una hoja de ruta para la revalorización de los áridos reciclados en el marco del fomento de prácticas ecológicas en el ámbito de la construcción de vías urbanas. Estas etapas cuidadosamente planificadas promueven la creación de nuevos instrumentos legales, así como el uso efectivo de la basura proveniente de la construcción y la destrucción.

Los pasos en este camino hacia la construcción de vías urbanas respetuosas con el medio ambiente se implementan paso a paso, comenzando con la cuidadosa identificación y categorización de la basura. Este método, que se basa en un sistema eficaz, separa los materiales reciclables prestando especial atención a los áridos, que resultan ser los principales protagonistas de este proceso.

Luego de ser ubicados, los áridos reciclados pasan por un proceso de trituración y selección. En este escenario, los materiales recuperados se convierten en áridos de primera calidad en instalaciones especializadas. El objetivo es evidente: eliminar contaminantes, mejorar las características y



garantizar que cumplan estrictamente con los requisitos técnicos necesarios para su reintroducción en los proyectos de construcción de vías urbanas.

El control de calidad se erige como guardián de este proceso, evaluando con escurpulosidad las propiedades físicas y químicas de los agregados reciclados. La meta es asegurar que estos materiales rehabilitados cumplan con los estándares más exigentes, dotándolos de la aptitud necesaria para ser elementos confiables en la construcción de entornos urbanos y viales sostenibles.

Con el fin de respaldar este cambio de paradigma, se erigen normativas específicas y certificaciones que legitiman y respaldan el uso de agregados reciclados en proyectos de construcción. Estas herramientas normativas no solo establecen parámetros, sino que también proyectan confianza y aceptación dentro de la industria.

Más allá de las reglamentaciones, se despliega un paisaje de incentivos y beneficios fiscales. Un gesto gubernamental que busca impulsar, mediante estímulos económicos, la adopción de prácticas sostenibles, fomentando la utilización de agregados reciclados como parte fundamental de este cambio.

Este esfuerzo no está completo sin una campaña integral de educación y concienciación. Diseñada para llegar a profesionales de la construcción, ingenieros y la sociedad en su conjunto, esta iniciativa destaca los beneficios medioambientales y económicos de incorporar agregados reciclados en proyectos urbanos y viales.

Finalmente, en la búsqueda de la excelencia, se alienta la investigación y desarrollo continuo. La innovación tecnológica se convierte en aliada,



impulsando nuevas prácticas que no solo perfeccionan la eficiencia de los procesos, sino que también contribuyen a la evolución constante de la construcción urbana-vial sostenible.

Con estos procedimientos meticulosamente delineados y respaldados por las políticas públicas actuales, se abre una puerta hacia un futuro donde los residuos de construcciones y demoliciones se convierten en los cimientos de una construcción urbana-vial más consciente y sostenible.

## 4.2. Discusión de resultados

La comparación de los hallazgos de firmeza a diferentes edades (7, 14 y 28 días) de una muestra de concreto compuesta completamente por agregados reciclados (A.R.) proporciona una perspectiva valiosa sobre la influencia del tiempo de curado y la composición de la mezcla en las propiedades del concreto. En este caso, la muestra con 0% de agregados naturales (A.N.) y 100% de agregados reciclados muestra una firmeza de 116.63 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 143.76 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 177.78 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Estos datos reflejan un aumento constante en la firmeza con el tiempo de curado, alcanzando su punto máximo a los 28 días.

Es interesante observar cómo la ausencia de agregados naturales en esta mezcla resulta en resistencias más bajas en comparación con las mezclas que contienen agregados naturales, como se evidencia al comparar con los resultados de otras muestras. La muestra con 100% de agregados reciclados exhibe la resistencia más baja en los tres períodos de curados (7, 14 y 28 días). Estos resultados enfatizan la importancia de la composición de la mezcla en la definición de las características del concreto y enfatizan la necesidad de evaluar



cuidadosamente la dosificación de agregados en el diseño de mezclas de concreto, particularmente en el caso de agregados reciclados.

Sin embargo, la tesis de Castañeda Cruz & Vásquez Barreto (2019) analiza el uso de concreto reciclado como agregado en la fabricación de adoquines de concreto. La viabilidad se demuestra en la creación de adoquines de hormigón sustituyendo el árido natural por árido obtenido de la trituración de hormigón reciclado en diversas dosis. Según los hallazgos, es factible sustituir el 70% del árido fino y grueso en adoquines de 20x10x6 cm y 20x10x8 cm por áridos elaborados a partir de hormigón reciclado. De igual forma se sugiere mantener el 100% del agregado grueso de cantera y sustituir el 70% del agregado fino por agregado de concreto reciclado.

Ambos estudios enfatizan el valor de la utilización de materiales reciclados en la edificación, pero también enfatizan lo crucial que es equilibrar sus dosis para garantizar que el hormigón tenga las cualidades mecánicas adecuadas. Estos resultados dan crédito a la noción de que las prácticas de construcción sostenible se basan no sólo en el uso de materiales reciclados sino también en el equilibrio cuidadoso de la composición de la mezcla para lograr la firmeza adecuada para una aplicación determinada.



## CONCLUSIONES

**PRIMERA.** En conclusión, sobre el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso, tanto natural como reciclado, utilizado en aplicaciones de concreto. El agregado grueso natural muestra una humedad natural del 0.77% y una absorción del 1.83%, Su peso unitario suelto es de 1360.2 g/cm<sup>3</sup> y compactado de 1536.4 g/cm<sup>3</sup>, su módulo de fineza de 5.99 indica una distribución granulométrica adecuada para su uso en concreto. En contraste, el agregado reciclado presenta una menor humedad natural (0.18%) pero una mayor absorción (4.68%), lo que denota una mayor porosidad. Su peso unitario suelto es de 1119.3 g/cm<sup>3</sup> y compactado de 1270.2 g/cm<sup>3</sup>, evidenciando una menor densidad en comparación con el agregado natural. El módulo de fineza de 5.92 es comparable al del agregado natural, lo que sugiere una distribución granulométrica similar. El agregado fino, por su parte, presenta un mayor peso unitario varillado y suelto en comparación con el agregado grueso.

**SEGUNDA.** En conclusión, el análisis de la resistencia a la compresión a los 28 días de la muestra N° 01 considerando en el diseño de mezclas de concreto con proporciones en porcentaje de 70% de agregado natural, 30% de agregado reciclado, se obtuvo una dosificación adecuada en proporciones de volumen unitario (P3) cemento 1 (p3), agregado fino 1.8 (p3), agregado grueso 2.6 (p3); con cantidades



corregidas en pesos, cemento 01 bolsa (42.5kg), agua 24.3 l/bolsa, agregado fino 86.1kg/bolsa, agregado grueso 96.7kg/bolsa

**TERCERA.** En conclusión, la implementación de procedimientos de tratamiento para agregados reciclados es fundamental para fomentar nuevas herramientas legislativas que promuevan el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, contribuyendo a una construcción urbano-vial sostenible. La creciente conciencia ambiental y la búsqueda de soluciones sostenibles subrayan la necesidad de desarrollar políticas públicas que respalden estas prácticas. Establecer procesos efectivos para el tratamiento de agregados reciclados no solo reduce la cantidad de residuos destinados a vertederos, sino que también se alinea con los objetivos de sostenibilidad y economía circular. La creación de legislaciones específicas y actualizadas es esencial para incentivar la adopción generalizada de prácticas sostenibles en la industria de la construcción.



## RECOMENDACIONES

- PRIMERA.** La orientación va para los investigadores y profesionales dedicados a diseño de concreto. Dadas las diferencias significativas en los atributos físicos y mecánicos entre el agregado grueso y el agregado fino, se recomienda una cuidadosa consideración al seleccionar y utilizar estos materiales en proyectos de construcción. Los ingenieros y diseñadores deben evaluar las características específicas requeridas para cada aplicación y ajustar las dosificaciones de agregados en consecuencia. Además, se sugiere realizar pruebas adicionales en muestras específicas de proyectos para garantizar una resistencia óptima y cumplimiento de estándares.
- SEGUNDA.** Esta orientación es para los diseñadores de concreto, El análisis de la rigidez a los 28 días en diferentes mezclas de concreto destaca la importancia de considerar cuidadosamente la dosificación de agregados naturales y reciclados. Para proyectos que buscan integrar prácticas sostenibles, se recomienda un enfoque equilibrado en la dosificación de agregados, buscando cumplir con estándares de resistencia mientras se maximiza la incorporación de agregados reciclados. La optimización de mezclas de concreto puede ayudar a lograr una resistencia sostenible sin comprometer la calidad del material.



**TERCERA.** Considerando la importancia de implementar procedimientos de tratamiento para los agregados reciclados, se insta a los responsables de la formulación de políticas a desarrollar y aplicar legislaciones específicas que respalden prácticas sostenibles en la industria de la construcción. Estas legislaciones deben abordar aspectos relacionados con el tratamiento adecuado de agregados reciclados, incentivando su utilización y promoviendo la economía circular. Además, se sugiere la revisión y actualización periódica de estas legislaciones para mantenerse alineadas con los avances tecnológicos y las mejores prácticas ambientales.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (s.f.). TECNOLOGIA DEL CONCRETO. Lima: San Marcos.
- Carlos M. Bedoya M. (2011) CONSTRUCCION SOSTENIBLE PARA VOLVER AL CAMINO. Medellin - Colombia
- Decreto Supremo N° 003-2013 (2013) REGLAMENTO PARA GESTION Y MANEJO DE RESIDUOS DE LAS ACTIVIDADES DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION, Perú.
- Edificaciones, R. N. (2012). NTE E.060 - CONCRETO ARMADO. Lima: Macro E.I.R.L.
- La Torre Barra, O. E. (2007). APUNTES DE CLASE DEL CURSO TECNOLOGIA DEL CONCRETO. UANCV: Juliaca - Perú.
- Ley N° 28611, (2005) LEY GENERAL DEL AMBIENTE, Perú
- Ley N°27314 (2004) LEY GENERAL DE RESIDUOS SOLIDOS, Perú
- Miguel Angel SJ, Servando Chinchon Y (2015). INTRODUCCION A LA FABRICACION Y NORMALIZACION DEL CEMENTO PORTLAND. España.
- Niño Hernandez, J. R. (2010). TECNOLOGIA DE CONCRETO - Tomo I. Bogotá: Nomos Impresores
- Pasquel Carbajal, E. (1998). TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL PERÚ. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional
- Portugal Barriga, P. (2007). TECNOLOGIA DEL CONCRETO DE ALTA DESEMPEÑO. París.



- Rivera 2018, G. A. (1995). CONCRETO SIMPLE. Universidad del Cauca-Colombia.
- Rivva López, E. (1996). DISEÑO DE MEZCLAS. Lima
- Rivva López, E. (2000). NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO. Lima: ACI.
- RNE- G050. (2002), NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES G050, Perú
- Torres C., A. (2004). CURSO BASICO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO. Lima.
- Callata Cruz, F. (2023). Influencia del agregado reciclado con cenizas de eucalipto en las propiedades mecánicas de un pavimento rígido, Puno, 2023. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/115162/Callata\\_CFDV-SD.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/115162/Callata_CFDV-SD.pdf?sequence=1)
- Castañeda Cruz, K., & Vásquez Barreto, E. (2019). Aplicación de concreto reciclado en la producción de adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad de Chiclayo. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/1113>
- Choton Garcia, G. (2020). Mejoramiento de propiedades del concreto reutilizando los materiales reciclados de construcción en pavimento rígido para bajo volumen de tránsito en el distrito Lurín, 2019. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50867>
- Fernandez Salazar, J. (2021). Aplicación de concreto reciclado en el diseño y elaboración de pavimentos articulados para el uso de tránsito peatonal.



Obtenido de  
[https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/9317/fernandez\\_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/9317/fernandez_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Guevara Alban, G., & Verdesoto Arguello, A. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7591592.pdf>

Murilo Henn, G. (2022). Hormigón de árido reciclado reforzado con fibra de acero: revisión de la literatura y evaluación de modelos analíticos 2022. Obtenido de [https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/16450/MURILO\\_Vers%c3%a3oDep%c3%b3sito\\_Final.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/16450/MURILO_Vers%c3%a3oDep%c3%b3sito_Final.pdf?sequence=6&isAllowed=y)

Ramos Galarza, C. (2020). Los alcances de una Investigación. *CienciAmérica*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7746475.pdf>

Ruelas Paredes, E. (2020). Uso de pavimento rígido reciclado de la ciudad de Puno, como agregado grueso para la producción de Concreto. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3274426?show=full>

Sánchez Flores, F. (2019). Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. doi:<https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>



- Supo, J. (2013). Como validar un Instrumento. Obtenido de [https://www.cua.uam.mx/pdfs/coplavi/s\\_p/doc\\_ng/validacion-de-instrumentos-de-medicion.pdf](https://www.cua.uam.mx/pdfs/coplavi/s_p/doc_ng/validacion-de-instrumentos-de-medicion.pdf)
- Tarazona Beraún, K. (2019). Aprovechamiento del concreto reciclado proveniente de los residuos de demolición de pavimento rígido en la producción de concreto nuevo en la ciudad de Huánuco - 2018. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/4561>
- Vargas Cordero, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Vega Bazán Anicama, N. (2019). Agregado de concreto reciclado, su influencia en las propiedades mecánicas de concretos 210, 280 y 350 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima – 2018. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35195/Vega%20Baz%c3%a1n\\_ANAP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35195/Vega%20Baz%c3%a1n_ANAP.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



**ANEXOS**



### Anexo 01. Matriz de consistencia

PREGUNTA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
<p>PG. ¿Cómo diseñar una adecuada resistencia del concreto en pavimento rígido, utilizando agregados reciclados para la sostenibilidad de la construcción urbana en la región de Puno?</p>	<p>OG. Diseñar una adecuada resistencia del concreto para pavimento rígido, elaborado con agregados reciclados como parte de un proyecto de sostenibilidad urbano-vial en la región de Puno.</p>	<p>HG. Si se logra diseñar una resistencia de concreto adecuado para pavimento rígido utilizando dosificaciones de agregado grueso reciclado y agregado natural, entonces se lograra contribuir al desarrollo de una construcción urbana vial sostenible.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Agregados reciclados</p> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiedades físicas agregados reciclados y naturales.</li> <li>- Propiedades mecánicas de los agregados reciclados y naturales.</li> </ul>	<p><b>ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> CUANTITATIVO</p> <p><b>MÉTODO(S) DE LA INVESTIGACIÓN:</b> DEDUCTIVO</p> <p><b>TIPO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> APLICADA</p> <p><b>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN:</b> DESCRIPTIVO – EXPLICATIVO</p>
<p><b>PREGUNTAS ESPECÍFICAS</b></p> <p>PE1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>OE1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones.</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>HE1. Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados también cuentan con condiciones apropiadas para la utilización de diseños de mezclas.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE.</b> Concreto para pavimento</p> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Métodos de Diseño de mezclas</li> <li>- Cantidad de dosificación de agregados reciclados y naturales.</li> <li>- Resistencia a compresión.</li> </ul>	<p><b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> EXPERIMENTAL</p> <p><b>TÉCNICAS</b> OBSERVACIÓN DIRECTA</p> <p><b>INSTRUMENTOS</b> FICHAS DE OBSERVACIÓN</p>
<p>PE2. ¿Cuál es la dosificación adecuada de agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones?</p>	<p>OE2. Determinar la dosificación adecuada de agregados naturales y agregados reciclados producto de la demolición de construcciones.</p>	<p>HE2. La dosificación adecuada de agregados reciclados y agregados naturales, en dosificaciones del 30% de agregado reciclado y 70% de agregado natural, puede ser posible para emplearse en concreto de pavimento rígido.</p>		
<p>PE3. ¿Cómo debe ser el procedimiento de tratamientos de los agregados reciclados para promover nuevas herramientas legislativas que permitan el aprovechamiento de los residuos de construcciones en nuevas obras?</p>	<p>OE3. Establecer procedimientos de tratamientos de los agregados reciclados para promover nuevas herramientas legislativas que permitan el aprovechamiento de los residuos de construcciones en nuevas obras.</p>	<p>HE3. Con un adecuado procedimiento de tratamiento de los agregados reciclados que permita aprovechar los residuos de construcciones y demoliciones es posible la incentivación de producción y consumo de concreto ecológico.</p>		



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO  
ENSAYO DE COMPRESION  
NTP 339.034 : 2015

CODIGO DE INFORME  
GCT - EC - 2541  
Página 1 de 1

PROYECTO : DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA  
UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
SOLICITA : ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA  
F. INGRESO : 2023-11-22  
F. EMISIÓN : 2023-12-26  
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

ENSAYO											RESULTADOS		
N°	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA	(Días)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	(kgf)	(kN)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	%	TIPO DE FRACTURA
1	MUESTRA 03 0% A.N. + 100% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-03	7	15.23	182.18	210	21246.89	208.36	116.63	55.54%	tipo V
2	MUESTRA 03 0% A.N. + 100% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-10	14	15.36	185.3	210	26638.15	261.23	143.76	68.46%	tipo V
3	MUESTRA 03 0% A.N. + 100% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-24	28	15.10	179.08	210	31836.68	312.21	177.78	84.66%	tipo III

OBSERVACIONES			
DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES:	NO	TAMAÑO DE PROBETAS :	TIPOS DE FRACTURA
1	La muestra fue puesta en el laboratorio por el solicitante.	15x30 cm.	
2	La descripción de las briquetas fue proporcionado por el solicitante.		
3	El diametro es medida promedio en base a dos lecturas.		
4	La marca de prensa utilizado fue de PyS SYE-2000 Digital Display, Serial No. 21030606.		
5	---		
6	---		

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.  
  
 Ing. Raúl Miranda Quinonilla  
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
www.geocontroltotal.com.pe



### LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

#### INFORME DE ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C33/C33M-18

CODIGO INFORME

GCT - EDMS - 789 - A

Pag. 2 - 2

PROYECTO : DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITA : ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. SOLICITUD : 2023-11-22

F. EJECUCION : 2023-11-25

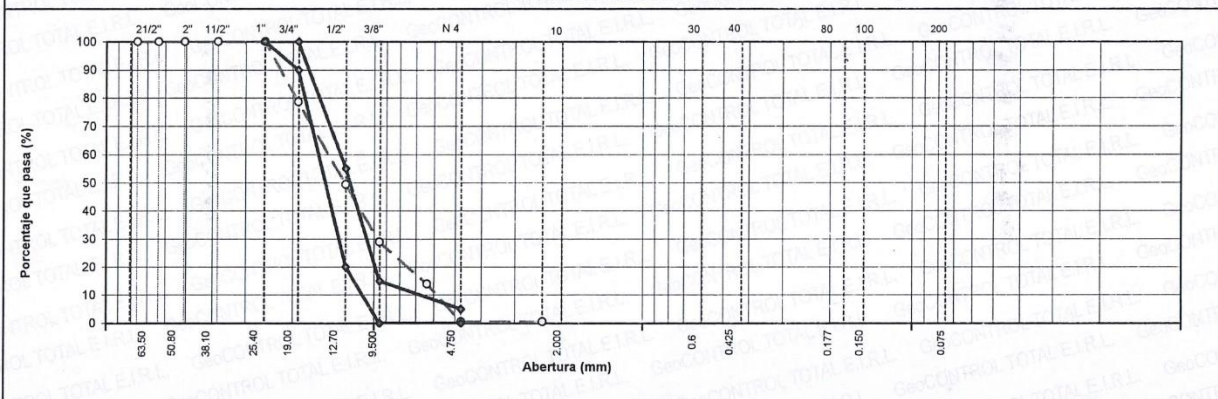
ENSAYADO EN : LABORATORIOGEOCONTROL TOTAL

#### AGREGADO GRUESO

CANTERA	: AGREGADO RECICLADO	PESO INICIAL	: 1714.0 g
PROFUNDIDAD	: --- m	FRACCION SECA	: 8.6 g
ENSAYO	: ---	N° MUESTRA	: M - 01
		NIVEL FREATICO	: -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO 6	RESULTADOS
3"	76.20						DESCRIPCION DE LA MUESTRA  Tamaño maximo = 1"  Tamaño M. nominal = 3/4"  Módulo de fineza = 5.92
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100				100.0		
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	100	
3/4"	19.050	368.1	21.5	21.5	78.5	90	
1/2"	12.700	501.0	29.2	50.7	49.3	20	
3/8"	9.525	350.6	20.5	71.2	28.8	0	
1/4"	6.350	256.3	15.0	86.1	13.9		
N° 4	4.750	229.4	13.4	99.5	0.5	0	
N° 8	2.360	0.0	0.0	99.5	0.5		
< N° 200	FONDO	8.6	0.5	100.0	0.0		

#### CURVA GRANULOMETRICA



#### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1	El TMN no debe ser mayor que 1/5 de la dimensión menor de la estructura, comprendida entre los lados de una formaleta
2	El TMN no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa
3	El TMN no debe ser mayor que 3/45 del espaciamiento libre máximo entre las barras de refuerzo
4	El TM se define como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra
5	---
6	---
7	---
8	---



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla  
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
www.geocontroltotal.com.pe



### LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

#### INFORME DE ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NORMA: ASTM C33/C33M-18

CODIGO INFORME  
**GCT- EDMS - 789**  
Pag. 4 - 4

PROYECTO : DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITA : ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. SOLICITUD : 2023-11-22

F. EJECUCION : 2023-11-25

ENSAYADO EN : LABORATORIOGEOCONTROL TOTAL

#### AGREGADO GRUESO

CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE CANTERA CABANILLAS DE 3/4"

PROFUNDIDAD : --- m

ENSAYO : --- N°MUESTRA : M - 01

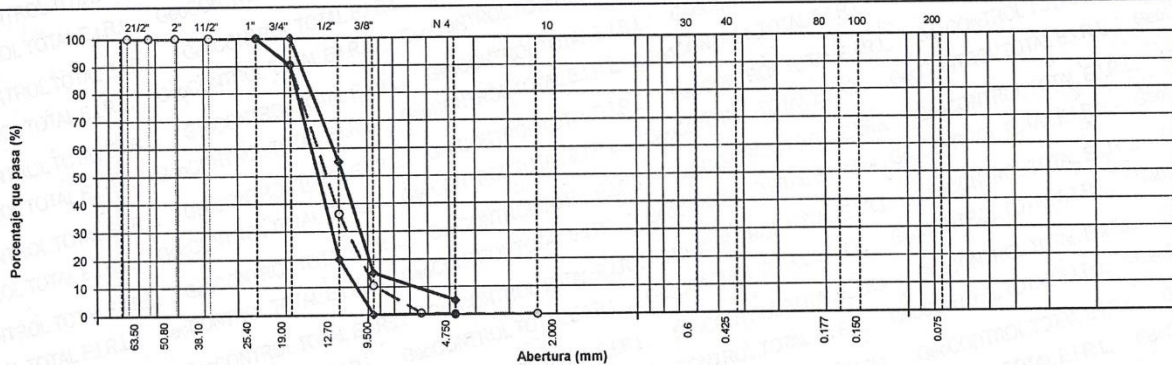
PESO INICIAL : 1836.7 g

FRACCION SECA : 1.1 g

NIVEL FREATICO : -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO 6		RESULTADOS
3"	76.20							DESCRIPCION DE LA MUESTRA  Tamaño máximo = 1"  Tamaño M. nominal = 3/4"  Módulo de fineza = 5.99
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400				100.0	100	100	
3/4"	19.050	174.8	9.5	9.5	90.5	90	100	
1/2"	12.700	995.9	54.2	63.7	36.3	20	55	
3/8"	9.525	473.3	25.8	89.5	10.5	0	15	
1/4"	6.350	183.6	10.0	99.5	0.5			
N° 4	4.750	8.0	0.4	99.9	0.1	0	5	
N° 8	2.360	0.7	0.0	100.0	0.0			
< N° 200	FONDO	0.4	0.0	100.0	0.0			

#### CURVA GRANULOMETRICA



#### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1	El TMN no debe ser mayor que 1/5 de la dimensión menor de la estructura, comprendida entre los lados de una formaleta
2	El TMN no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa
3	El TMN no debe ser mayor que 3/4 del espaciamiento libre máximo entre las barras de refuerzo
4	El TM se define como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra
5	---
6	---
7	---
8	---



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

*Raul Miranda Quintanilla*  
Ing. Raúl Miranda Quintanilla  
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.  
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
www.geocontroltotal.com.pe



### LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C33/C33M-18

CODIGO INFORME

GCT- EDMS - 789

Pag. 3 - 4

PROYECTO : DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITA : ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. SOLICITUD : 2023-11-22

F. EJECUCION : 2023-11-25

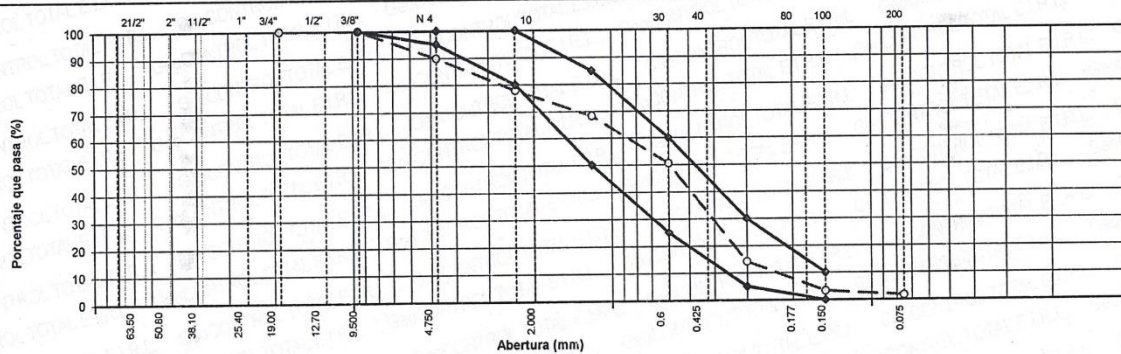
ENSAYADO EN : LABORATORIOGEOCONTROL TOTAL

#### AGREGADO FINO

CANTERA	: ARENA GRUESA DE CANTERA CABANILLAS DE 4,75 mm <sup>2</sup>	PESO INICIAL	: 1045.0 g
PROFUNDIDAD	: --- m	FRACCION SECA	: 938.6 g
ENSAYO	: ---	N°MUESTRA	: M-01
		NIVEL FREATICO	: -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES		RESULTADOS
						HUSO C		
3/4"	19.050					100	100	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3/8"	9.525				100.0	95	100	
N° 4	4.750	106.4	10.2	10.2	89.8	80	100	Tamaño maximo = 3/8"
N° 8	2.360	125.4	12.0	22.2	77.8	50	85	
N° 16	1.190	99.50	9.5	31.7	68.3	25	60	Tamaño M. nominal = N° 4
N° 30	0.600	186.20	17.8	49.5	50.5	5	30	
N° 50	0.300	379.1	36.3	85.8	14.2	0	10	Módulo de fineza = 2.96
N° 100	0.150	114.0	10.9	96.7	3.3			
N° 200	0.075	17.0	1.6	98.3	1.7			
< N° 200	FONDO	17.4	1.7	100.0	0.0			

#### CURVA GRANULOMETRICA



#### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1	Se recomienda que el módulo de fineza no sea menor a 2,3 ni mayor a 3,1, caso contrario realizar ensayos previos.
2	La granulometría continua se debe encontrar retenido en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie de Taylor.
3	El agregado fino que no cumpla con los requisitos de granulometría y módulo de fineza podrá ser usado si la fuente tiene registros aceptables.
4	Evitar emplear agregado excesivamente fino a excepción de la selva baja peruana.
5	---
6	---
7	---
8	---



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

*(Firma)*

Ing. Raúl Miranda Quintanilla

CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.  
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
 www.geocontroltotal.com.pe



## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

### INFORME DE ENSAYO PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

CODIGO INFORME
GCT- EDMS - 789
Pag. 2 - 4

PROYECTO : DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITA : ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE CABANILLAS CON ARENA GRUESA DE ISLA

F. SOLICITUD : 2023-11-22

F. EJECUCION : 2023-11-25

ENSAYADO EN : LABORATORIOGEOCONTROL TOTAL

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM C566-19	
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Masa de la tarro + muestra húmeda (g)	890.00
Masa de la tarro + muestra seca (g)	862.30
Masa del tarro (g)	113.20
Masa del agua (g)	27.70
Masa de la muestra seca (g)	749.10
Humedad (%)	3.70

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (FIOLA) - ASTM C128-15	
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Masa de muestra secada al horno (g)	484.8
Masa de muestra saturada seca (SSS) (g)	500.0
Masa del picnómetro con agua (g)	656.8
Masa del Pic. + muestra + agua (g)	957.6
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.510
Absorción (%)	3.14

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM C566-19	
DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
Masa de la tarro + muestra húmeda (g)	1570.10
Masa de la tarro + muestra seca (g)	1559.00
Masa del tarro (g)	112.60
Masa del agua (g)	11.10
Masa de la muestra seca (g)	1446.40
Humedad (%)	0.77

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (CANASTILLA)- ASTM C127-15	
DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
Masa de muestra secada al horno (g)	1638
Masa de muestra saturada seca (SSS) (g)	1668
Masa de la muestra SSS en Agua (g)	1027
Volumen de la masa (cm <sup>3</sup> )	611
Peso específico bulk (Base saturada) (g/cm <sup>3</sup> )	2.602
Absorción (%)	1.83

PESO UNITARIO AGREGADO FINO - ASTM C29/C29M-17a						
	SUELTO			COMPACTADO		
	Masa del molde + muestra (g)	10128.0	10154.0	10134.0	10348.0	10359.0
Masa del molde (g)	6560.0	6560.0	6560.0	6560.0	6560.0	6560.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0
Peso unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1679.0	1691.3	1681.9	1782.6	1787.8	1779.3
Promedio del peso unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1684.1			1783.2		

DATOS DEL MOLDE 01	
Diametro (cm) =	15.22
Altura (cm) =	11.68
Masa (g) =	6560.0
Volumen (cm <sup>3</sup> ) =	2125.02

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO - ASTM C29/C29M-17a						
	SUELTO			COMPACTADO		
	Masa del molde + muestra (g)	12932.0	12924.0	12941.0	13512.0	13495.0
Masa del molde (g)	8530.0	8530.0	8530.0	8530.0	8530.0	8530.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3236.6	3236.6	3236.6	3236.6	3236.6	3236.6
Peso unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1360.1	1357.6	1362.8	1539.2	1534.0	1535.8
Promedio del peso unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1360.2			1536.4		

DATOS DEL MOLDE 02	
Diametro (cm) =	15.22
Altura (cm) =	17.79
Masa (g) =	8530.0
Volumen (cm <sup>3</sup> ) =	3236.65

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	
1	Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.
2	El TMN no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa
3	El TMN no debe ser mayor que 3/45 del espaciamiento libre máximo entre las barras de refuerzo
4	El TM se define como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra
5	--
6	--
7	--
8	--



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

*R. Miranda Quintanilla*  
 Ing. Raúl Miranda Quintanilla  
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.  
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

**INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA**

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com

www.geocontroltotal.com.pe



### LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

CODIGO : GCT - FO - 46  
VERSION : 01  
FECHA : 28-11-2020

CODIGO DE INFORME  
**GCT- EDMS - 789**

Página 1 de 4

### DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 kg/cm.²

NORMAS: ACI 211.1.74, ACI 211.1.81

PROYECTO : DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA  
SOLICITA : ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA  
UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE CABANILLAS CON ARENA GRUESA DE ISLA

FECHA INGRESO : 2023-11-22

FECHA EMISIÓN : 2023-11-25

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

#### DISEÑO ACI 211 F'c = 210 kg/cm2

RESULTADOS DE LABORATORIO		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e SSS	2.602	2.510
P.U. Varillado	1536.4	1783.2
P.U. Suelto	1360.2	1684.1
% de Absorción	1.83	3.14
% de Humedad Natural	0.77	3.70
Modulo de Fineza	5.99	2.96

OTROS MATERIALES Y ADITIVOS		
MATERIAL	PESO ESPECIFICO TN/m³	P. U. SUELTO kg/m³
Cemento portland TIPO IP	2.850	1500
---	1.000	---
---	1.000	---
---	1.000	---
Agua	1.000	---

1.- VALORES DE DISEÑO (ELEMENTOS DE ENTRADA)	
Asentamiento	3" - 4"
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Relación Agua Cemento	0.54
Agua Diseño Reducido(i)	205
% DE REDUCCIÓN DE AGUA ESTIMADO	0.0%
AGUA DISEÑO REDUCIDO (i)	205
TOTAL DE AIRE ATRAPADO DISEÑO	2.0 %
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.595
ADITIVO:	0.000%
---	0.000%
---	0.000%
---	0.000%
TOTAL DE AIRE ATRAPADO OBTENIDO	2.000%

2.- ANALISIS DE DISEÑO	
FACTOR CEMENTO	383.18 kg/m³
	9.02 bolsas/m³
Volumen absoluto del cemento	0.1344 m³ / m³
Volumen absoluto de agua	0.2050 m³ / m³
Volumen absoluto de aire	0.0200 m³ / m³
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de la pasta	0.3594 m³ / m³
Volumen absoluto de los Agregados:	
Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3513 m³ / m³
Volumen absoluto del Agregado fino	0.2893 m³ / m³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS	1.0000

3.- CANTIDAD DE MATERIALES POR m³ EN PESO	
CEMENTO	383.18 kg / m³
AGUA	205.00 kg / m³
---	0.00
---	0.00
---	0.00
AGREGADO FINO	726.04 kg / m³
AGREGADO GRUESO	914.14 kg / m³
<b>PESO DE MEZCLA:</b>	<b>2228.36 kg / m³</b>

4.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD	
AGREGADO FINO HÚMEDO	752.8910 kg / m³
AGREGADO GRUESO HÚMEDO	921.1521 kg / m³
5.- CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS	
AGREGADO FINO	0.5625 %
	4.0837 Litros
AGREGADO GRUESO	-1.0641 %
	-9.7271 Litros
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA :</b>	<b>210.6435</b>
	Litros por m3 de concreto

6.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3	
CEMENTO	383.18 kg / m³
AGUA	210.64 L / m³
AGREGADO FINO	752.89 kg / m³
AGREGADO GRUESO	921.15 kg / m³
---	0.00 kg / m³
---	0.00 kg / m³
---	0.00 kg / m³

7.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR BOLSA DE CEMENTO	
CEMENTO	42.5 kg / bolsa
AGUA	23.4 L / bolsa
AGREGADO FINO	83.5 kg / bolsa
AGREGADO GRUESO	102.2 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa

	PORPORCIÓN EN PESO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	PROPORCIÓN VOL. UNITARIO (P3)
C	1	0.26	1
A.F	2.0	0.45	1.8
A.G	2.4	0.68	2.7

LEYENDA:
C: CEMENTO
A.F.: AGREGADO FINO
A.G.: AGREGADO GRUESO

#### RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR M3.

\* Se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales que se utilizan en la obra

\* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

\* Se recomienda zarandear el agregado grueso pasante 1"

\* El agregado fino se considera marginal pero puede ser utilizado siempre en cuando se realice ensayos previos en laboratorio.

#### COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

\* Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

*(Signature)*

Ing. Raúl Miranda Quintanilla

CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

**INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA**

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)

Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568

Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com

www.geocontroltotal.com.pe



### LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

CODIGO : GCT - FO - 46  
VERSION : 01  
FECHA : 28-11-2020

CODIGO DE INFORME  
**GCT- EDMS - 789**

Página 1 de 4

### DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 kg./cm.<sup>2</sup>

NORMAS: ACI 211.1.74, ACI 211.1.81

**PROYECTO** : DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA  
**SOLICITA** : ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA  
**UBICACIÓN** : PUÑO - SAN ROMAN - JULIACA  
**CANTERA** : 30% DE AGREGADO RECICLADO CON ARENA GRUESA DE ISLA

**FECHA INGRESO** : 2023-11-22  
**FECHA EMISIÓN** : 2023-11-25  
**ENSAYADO EN**: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L

#### DISEÑO ACI 211 F' C = 210 kg/cm<sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	RESULTADOS DE LABORATORIO	
	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e SSS	2.531	2.510
P.U. Varillado	1456.5	1783.2
P.U. Suelto	1287.9	1684.1
% de Absorción	2.59	3.14
% de Humedad Natural	0.59	3.70
Modulo de Fineza	5.97	2.96

MATERIAL	OTROS MATERIALES Y ADITIVOS	
	PESO ESPECÍFICO TN/m <sup>3</sup>	P. U. SUELTO kg/m <sup>3</sup>
Cemento portland TIPO IP	2.850	1500
---	1.000	---
---	1.000	---
---	1.000	---
Agua	1.000	---

1.- VALORES DE DISEÑO (ELEMENTOS DE ENTRADA)	
Asentamiento	3" - 4"
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Relación Agua Cemento	0.54
Agua Diseño Reducido (I)	205
% DE REDUCCIÓN DE AGUA ESTIMADO	0.0%
AGUA DISEÑO REDUCIDO (I)	205
TOTAL DE AIRE ATRAPADO DISEÑO	2.0 %
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.595
ADITIVO:	0.000%
---	0.000%
---	0.000%
TOTAL DE AIRE ATRAPADO OBTENIDO	2.000%

2.- ANÁLISIS DE DISEÑO	
FACTOR CEMENTO	383.18 kg/m <sup>3</sup> <b>9.02</b> bolsas/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento	0.1344 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de agua	0.2050 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de aire	0.0200 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de la pasta	0.3594 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
<b>Volumen absoluto de los Agregados:</b>	
Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3424 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agregado fino	0.2981 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>	<b>1.0000</b>

3.- CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> EN PESO	
CEMENTO	383.18 kg / m <sup>3</sup>
AGUA	205.00 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00
---	0.00
---	0.00
AGREGADO FINO	748.27 kg / m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	866.62 kg / m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA:</b>	<b>2203.06 kg / m<sup>3</sup></b>

4.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD	
AGREGADO FINO HÚMEDO	775.9356 kg / m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO HÚMEDO	871.7342 kg / m <sup>3</sup>
<b>5.- CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>	
AGREGADO FINO	0.5625 %
---	-4.2087 Litros
AGREGADO GRUESO	-2.0969 %
---	-18.1725 Litros
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA :</b>	<b>218.9638</b>
	Litros por m <sup>3</sup> de concreto

6.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR m <sup>3</sup>	
CEMENTO	383.18 kg / m <sup>3</sup>
AGUA	218.96 L / m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	775.94 kg / m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	871.73 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00 kg / m <sup>3</sup>

7.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR BOLSA DE CEMENTO	
CEMENTO	42.5 kg / bolsa
AGUA	24.3 L / bolsa
AGREGADO FINO	86.1 kg / bolsa
AGREGADO GRUESO	96.7 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa

	PORPORCIÓN EN PESO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	PROPORCIÓN VOL. UNITARIO (P3)
C	1	0.26	1
A.F	2.0	0.46	1.8
A.G	2.3	0.68	2.6

LEYENDA:	
C:	CEMENTO
A.F.:	AGREGADO FINO
A.G.:	AGREGADO GRUESO

#### RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR M3.

- \* Se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales que se utilizan en la obra
- \* Se debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.
- \* Se recomienda zarrandear el agregado grueso pasante 1"
- \* El agregado fino se considera marginal pero puede ser utilizado siempre en cuando se realice ensayos previos en laboratorio.

#### COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

- \* Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.
- \* El agregado grueso esta conformado por 30% de Agregado Reciclado y 70% de Piedra chancada de Cabanillas.



**GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.**  
Ing. Rudi Miranda Quinamilla  
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

#### INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
www.geocontroltotal.com.pe



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
RUC: 20601612616

CODIGO : GCT-FO-46  
VERSION : 01  
FECHA : 28-11-2020

CODIGO DE INFORME  
**GCT-EDMS-789**

Página 1 de 4

### DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 kg./cm.<sup>2</sup>

NORMAS: ACI 211.1.74, ACI 211.1.81

**PROYECTO :** DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA  
**SOLICITA :** ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA  
**UBICACIÓN :** PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**CANTERA :** 70% DE AGREGADO RECICLADO CON ARENA GRUESA DE ISLA

**FECHA INGRESO :** 2023-11-22  
**FECHA EMISIÓN :** 2023-11-25

**ENSAYADO EN :** LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L

DISEÑO ACI 211 F'c = 210 kg/cm2

RESULTADOS DE LABORATORIO		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e SSS	2.435	2.510
P.U. Varillado	1350.0	1783.2
P.U. Suelto	1191.6	1684.1
% de Absorción	3.83	3.14
% de Humedad Natural	0.35	3.70
Modulo de Fineza	5.94	2.96

OTROS MATERIALES Y ADITIVOS		
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO TN/m <sup>3</sup>	P. U. SUELTO kg/m <sup>3</sup>
Cemento portland TIPO JP	2.850	1500
---	1.000	---
---	1.000	---
---	1.000	---
Agua	1.000	---

1.- VALORES DE DISEÑO (ELEMENTOS DE ENTRADA)	
Asentamiento	3" - 4"
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Relación Agua Cemento	0.54
Agua Diseño Reducido(I)	205
% DE REDUCCIÓN DE AGUA ESTIMADO	0.0%
AGUA DISEÑO REDUCIDO (I)	205
TOTAL DE AIRE ATRAPADO DISEÑO	2.0 %
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.595
ADITIVO: ---	0.000%
---	0.000%
---	0.000%
TOTAL DE AIRE ATRAPADO OBTENIDO	2.000%

2.- ANÁLISIS DE DISEÑO	
FACTOR CEMENTO	383.18 kg/m <sup>3</sup> <b>9.02</b> bolsas/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento	0.1344 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de agua	0.2050 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de aire	0.0200 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de la pasta	0.3594 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
<b>Volumen absoluto de los Agregados:</b>	
Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3298 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agregado fino	0.3107 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>	<b>1.0000</b>

3.- CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> EN PESO	
CEMENTO	383.18 kg / m <sup>3</sup>
AGUA	205.00 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00
---	0.00
---	0.00
AGREGADO FINO	779.93 kg / m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	803.27 kg / m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA:</b>	<b>2171.37 kg / m<sup>3</sup></b>

4.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD	
AGREGADO FINO HÚMEDO	808.7661 kg / m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO HÚMEDO	806.1059 kg / m <sup>3</sup>

5.- CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS	
AGREGADO FINO	0.5625 % 4.3868 Litros
AGREGADO GRUESO	-3.4741 % -27.9060 Litros
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA :</b>	<b>228.5193</b> Litros por m <sup>3</sup> de concreto

6.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR m <sup>3</sup>	
CEMENTO	383.18 kg / m <sup>3</sup>
AGUA	228.52 L / m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	808.77 kg / m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	806.11 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00 kg / m <sup>3</sup>

7.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR BOLSA DE CEMENTO	
CEMENTO	42.5 kg / bolsa
AGUA	25.3 L / bolsa
AGREGADO FINO	89.7 kg / bolsa
AGREGADO GRUESO	89.4 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa

	PORPORCIÓN EN PESO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	PROPORCIÓN VOL. UNITARIO (P3)
C	1	0.26	1
A.F	2.1	0.48	1.9
A.G	2.1	0.68	2.6

LEYENDA:	
C:	CEMENTO
A.F.:	AGREGADO FINO
A.G.:	AGREGADO GRUESO

#### RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR M3.

\* Se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales que se utilizan en la obra

\* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

\* Se recomienda zarandear el agregado grueso pasante 1"

\* El agregado fino se considera marginal pero puede ser utilizado siempre en cuando se realice ensayos previos en laboratorio.

#### COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

\* Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.

\* El agregado grueso esta conformado por 70% de Agregado Reciclado y 30% de Piedra chancada de Cabanillas.



**GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.**  
*Raúl Miranda Quintanilla*  
Ing. Raúl Miranda Quintanilla  
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.  
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

**INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA**

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
www.geocontroltotal.com.pe

1129900



### LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

CODIGO : GCT - FO - 46  
VERSION : 01  
FECHA : 28-11-2020

#### DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 kg./cm.<sup>2</sup>

NORMAS: ACI 211.1.74, ACI 211.1.81

CODIGO DE INFORME  
**GCT- EDMS - 789**

Página 1 de 4

PROYECTO : DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA  
SOLICITA : ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA  
UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
CANTERA : 100% DE AGREGADO RECICLADO CON ARENA GRUESA DE ISLA

FECHA INGRESO : 2023-11-22  
FECHA EMISIÓN : 2023-11-25  
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

#### DISEÑO ACI 211 F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESULTADOS DE LABORATORIO		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e SSS	2.364	2.510
P.U. Varillado	1270.2	1783.2
P.U. Suelto	1119.3	1684.1
% de Absorción	4.68	3.14
% de Humedad Natural	0.18	3.70
Modulo de Fineza	5.92	2.96

OTROS MATERIALES Y ADITIVOS		
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO TN/m <sup>3</sup>	P. U. SUELTO kg/m <sup>3</sup>
Cemento portland TIPO IP	2.850	1500
---	1.000	---
---	1.000	---
---	1.000	---
Agua	1.000	---

1.- VALORES DE DISEÑO (ELEMENTOS DE ENTRADA)	
Asentamiento	3" - 4"
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Relación Agua Cemento	0.54
Agua Diseño Reducido(I)	205
% DE REDUCCIÓN DE AGUA ESTIMADO	0.0%
AGUA DISEÑO REDUCIDO (I)	205
TOTAL DE AIRE ATRAPADO DISEÑO	2.0 %
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.595
ADITIVO:	0.000%
---	0.000%
---	0.000%
---	0.000%
TOTAL DE AIRE ATRAPADO OBTENIDO	2.000%

2.- ANÁLISIS DE DISEÑO	
FACTOR CEMENTO	383.18 kg/m <sup>3</sup> 9.02 bolsas/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento	0.1344 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de agua	0.2050 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de aire	0.0200 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de ---	0.0000
Volumen absoluto de la pasta	0.3594 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de los Agregados:	
Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3197 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agregado fino	0.3208 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS	1.0000

3.- CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> EN PESO	
CEMENTO	383.18 kg / m <sup>3</sup>
AGUA	205.00 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00
---	0.00
---	0.00
AGREGADO FINO	805.35 kg / m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	755.75 kg / m <sup>3</sup>
PESO DE MEZCLA:	2149.27 kg / m <sup>3</sup>

4.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD	
AGREGADO FINO HÚMEDO	835.1262 kg / m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO HÚMEDO	757.0813 kg / m <sup>3</sup>
5.- CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS	
AGREGADO FINO	0.5625 %
	4.5297 Litros
AGREGADO GRUESO	-4.5069 %
	-34.0611 Litros
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA :	234.5313 Litros por m <sup>3</sup> de concreto

6.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR m <sup>3</sup>	
CEMENTO	383.18 kg / m <sup>3</sup>
AGUA	234.53 L / m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	835.13 kg / m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	757.08 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00 kg / m <sup>3</sup>
---	0.00 kg / m <sup>3</sup>

7.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR BOLSA DE CEMENTO	
CEMENTO	42.5 kg / bolsa
AGUA	26.0 L / bolsa
AGREGADO FINO	92.6 kg / bolsa
AGREGADO GRUESO	84.0 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa
---	0.000 kg / bolsa

	PORCIÓN EN PESO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	PROPORCIÓN VOL. UNITARIO (P3)
C	1	0.26	1
A.F	2.2	0.50	1.9
A.G	2.0	0.68	2.6

LEYENDA:
C: CEMENTO
A.F.: AGREGADO FINO
A.G.: AGREGADO GRUESO

#### RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR M3.

\* Se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales que se utilizan en la obra

\* Se debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

\* Se recomienda zarandear el agregado grueso pasante 1"

\* El agregado fino se considera marginal pero puede ser utilizado siempre en cuando se realice ensayos previos en laboratorio.

#### COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

\* Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.

\* El agregado grueso esta conformado por 100% de Agregado Reciclado y 0% de Piedra chancada de Cabanillas.



**GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.**  
Ing. Raúl Miranda Quintanilla  
CIP: 131460

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

**INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA**

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
www.geocontroltotal.com.pe

029901



### LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

#### INFORME DE ENSAYO

#### ENSAYO DE COMPRESION

NTP 338.034 : 2015

CODIGO DE INFORME

GCT - EC - 2541

Página 1 de 1

**PROYECTO :** DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA

**UBICACIÓN :** PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**SOLICITA :** ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA

**F. INGRESO :** 2023-11-22

**F. EMISIÓN :** 2023-12-26

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

N°	PROBETA		FECHA		EDAD (Días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kgf)	CARGA (kN)	RESULTADOS		
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA							RESISTENCIA ROTURA (F'c) (kgf/cm <sup>2</sup> )	%	TIPO DE FRACTURA
1	MUESTRA PATRON 100 % AGREGADO NATURAL	---	2023-11-26	2023-12-03	7	15.28	183.25	210	29133.40	285.70	158.98	75.71%	tipo III
2	MUESTRA PATRON 100 % AGREGADO NATURAL	---	2023-11-26	2023-12-10	14	15.19	181.1	210	32248.65	316.25	178.07	84.80%	tipo V
3	MUESTRA PATRON 100 % AGREGADO NATURAL	---	2023-11-26	2023-12-24	28	15.12	179.55	210	39177.64	384.20	218.20	103.90%	tipo III

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES:		NO	TAMAÑO DE PROBETAS :	15x30 cm.	TIPOS DE FRACTURA					
1	La muestra fue puesta en el laboratorio por el solicitante.									
2	La descripción de las bridas fue proporcionado por el solicitante.									
3	El diametro es medida promedio en base a dos lecturas.									
4	La marca de prensa utilizado fue de PyS SYE-2000 Digital Display, Serial No. 21030606.									
5	---									
6	---									



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

*Ing. Raúl Miranda Quintanilla*  
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

**INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA**

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
www.geocontroltotal.com.pe



### LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

#### INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION NTP 399.034 : 2015

CODIGO DE INFORME  
GCT - EC - 2541  
Página 1 de 1

PROYECTO : DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
SOLICITA : ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA

INGRESO : 2023-11-22

EMISIÓN : 2023-12-26

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

ENSAYO										RESULTADOS			
N°	PROBETA		FECHA		EDAD	DIAMETRO	AREA	F <sub>c</sub>	CARGA	CARGA	RESISTENCIA ROTURA (F <sub>c</sub> )	%	TIPO DE FRACTURA
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA	(Días)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	(kgf)	(kN)	(kgf/cm <sup>2</sup> )		
1	MUESTRA 01 70% A.N. + 30% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-03	7	15.29	183.61	210	27586.49	270.53	150.25	71.55%	tipo V
2	MUESTRA 01 70% A.N. + 30% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-10	14	15.30	183.85	210	31745.92	311.32	172.67	82.23%	tipo V
3	MUESTRA 01 70% A.N. + 30% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-24	28	15.04	177.66	210	37945.82	372.12	213.59	101.71%	tipo V

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES:			NO	TAMAÑO DE PROBETAS :	15x30 cm.	TIPOS DE FRACTURA					
1	La muestra fue puesta en el laboratorio por el solicitante.										
2	La descripción de las bridas fue proporcionado por el solicitante.					TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TIPO V	TIPO VI
3	El diametro es medido promedio en base a dos lecturas.										
4	La marca de prensa utilizado fue de PyS SYE-2000 Digital Display, Serial No. 21030606.										
5	---										
6	---										



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

*Raúl Miranda Quintanilla*  
Ing. Raúl Miranda Quintanilla  
CIP: 131490

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
www.geocontroltotal.com.pe

000000



### LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

#### INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

NTP 339.034 : 2015

CODIGO DE INFORME

GCT - EC - 2541

Página 1 de 1

PROYECTO : DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
SOLICITA : ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA

F. INGRESO : 2023-11-22

F. EMISIÓN : 2023-12-26

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

ENSAYO										RESULTADOS			
Nº	PROBETA		FECHA		EDAD	DIAMETRO	AREA	F <sup>c</sup>	CARGA	CARGA	RESISTENCIA ROTURA (F <sup>c</sup> )	%	TIPO DE FRACTURA
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA	(Días)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	(kgf)	(kN)	(kgf/cm <sup>2</sup> )		
1	MUESTRA 02 30% A.N. + 70% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-03	7	15.27	183.01	210	24014.41	235.50	131.22	62.49%	tipo V
2	MUESTRA 02 30% A.N. + 70% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-10	14	15.27	183.13	210	28564.40	280.12	155.98	74.28%	tipo III
3	MUESTRA 02 30% A.N. + 70% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-24	28	15.03	177.42	210	33161.29	325.20	186.91	89.00%	tipo III

OBSERVACIONES			TIPOS DE FRACTURA		
DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES:	NO	TAMAÑO DE PROBETAS:	15x30 cm.		
1	La muestra fue puesta en el laboratorio por el solicitante.				
2	La descripción de las briquetas fue proporcionado por el solicitante.				
3	El diámetro es medida promedio en base a dos lecturas.				
4	La marca de prensa utilizado fue de PyS SYE-2000 Digital Display, Serial No. 21030605.				
5	---				
6	---				



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

*R. Miranda*  
Ing. Raúl Miranda Quintanilla  
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
www.geocontroltotal.com.pe



### LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

#### INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

NTP 399.034 : 2015

CODIGO DE INFORME

GCT - EC - 2541

Página 1 de 1

**PROYECTO :** DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA SOSTENIBILIDAD URBANO - VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA

**UBICACIÓN :** PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**SOLICITA :** ING. AYDE BRIGIDA LIPA VEGA

**F. INGRESO :** 2023-11-22

**F. EMISIÓN :** 2023-12-26

**ENSAYADO EN:** LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

ENSAYO											RESULTADOS		
Nº	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA	(Días)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	(kgf)	(kN)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	%	TIPO DE FRACTURA
1	MUESTRA 03 0% A.N. + 100% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-03	7	15.23	182.18	210	21246.89	208.36	116.63	55.54%	tipo V
2	MUESTRA 03 0% A.N. + 100% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-10	14	15.36	185.3	210	26638.15	261.23	143.76	68.46%	tipo V
3	MUESTRA 03 0% A.N. + 100% A.R.	---	2023-11-26	2023-12-24	28	15.10	179.08	210	31836.68	312.21	177.78	84.66%	tipo III

OBSERVACIONES			TIPOS DE FRACTURA					
DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES:	NO	TAMAÑO DE PROBETAS:	15x30 cm.					
1	La muestra fue puesta en el laboratorio por el solicitante.							
2	La descripción de las briquetas fue proporcionado por el solicitante.							
3	El diametro es medida promedio en base a dos lecturas.							
4	La marca de prensa utilizado fue de PYS SYE-2000 Digital Display, Serial No. 21030606.							
5	---							
6	---							



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

*Raúl Miranda Quintanilla*  
Ing. Raúl Miranda Quintanilla  
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

**INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA**

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)  
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568  
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com  
www.geocontroltotal.com.pe

## PANEL FOTOGRÁFICO

PANEL FOTOGRÁFICO – 2024

BACHILLER: Ayde B. Lipa Vega

### PANEL FOTOGRÁFICO - 2024



Foto N° 01: Muestra de Recojo de Concreto Reciclado.



Foto N° 02: Vista 01 de rotura de pavimentos.

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RIGIDO, ELBORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA.

## PANEL FOTOGRÁFICO – 2024

BACHILLER: Ayde B. Lipa Vega



**Foto N° 03:** Se. Vista 02 de rotura de pavimentos.



**Foto N° 04:** Vista 03 de rotura de pavimentos.

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RIGIDO, ELBORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA.

## PANEL FOTOGRÁFICO – 2024

BACHILLER: Ayde B. Lipa Vega



Foto N° 05: Vista 04 de rotura de pavimentos.



Foto N° 06: Vista 04 de rotura de pavimentos.

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RIGIDO, ELBORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA.

## PANEL FOTOGRÁFICO – 2024

BACHILLER: Ayde B. Lipa Vega



**Foto N° 07:** Vista 05 de rotura de pavimentos.



**Foto N° 08:** Vista 06 de rotura de pavimentos.

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA.

## PANEL FOTOGRÁFICO – 2024

BACHILLER: Ayde B. Lipa Vega



*Foto N° 09: Vista 06 de rotura de pavimentos.*



*Foto N° 10: Recolección de muestras de pavimentos reciclados.*

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RIGIDO, ELBORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA.

## PANEL FOTOGRÁFICO – 2024

BACHILLER: Ayde B. Lipa Vega



**Foto N° 11:** vista de acumulación de concreto reciclado.



**Foto N° 12:** El material listo para la chancadora.

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RIGIDO, ELBORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA.

## PANEL FOTOGRÁFICO – 2024

BACHILLER: Ayde B. Lipa Vega



**Foto N° 13:** Material Reciclado para el chancado para el diseño de mezclas.



**Foto N° 14:** traslado de material reciclado al laboratorio y muestras tomadas.

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RIGIDO, ELBORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA.

## PANEL FOTOGRAFICO – 2024

BACHILLER: Ayde B. Lipa Vega



**Foto N° 15:** preparación de moldes de briquetas.



**Foto N° 16:** vista de muestras de agregado reciclado de concreto.

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RIGIDO, ELBORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA.

## PANEL FOTOGRAFICO – 2024

BACHILLER: Ayde B. Lipa Vega



**Foto N° 17:** Se muestra la elaboración de las briquetas de concreto.



**Foto N° 18:** .vista de pesado de muestras de agregados.

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RIGIDO, ELBORADO CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD DE JULIACA.



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 23/08/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: AYDE BRIGIDA LIPA VEGA

Dirección: Urb. LOS QUEÑUALES Mz S Lt 5

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 80669351

Teléfono: 988484880 email: aydework@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: MAESTRIA EN INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional o Mención: GEOTÉCNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: DISEÑO ADECUADO RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ELABORADO  
CON AGREGADOS RECICLADOS PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANO – VIAL, EN LA CIUDAD  
DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): AGREGADO, PAVIMENTO, RECICLADO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

2

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Titulo  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.  
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_  
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo  
 No autorizo

**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50

Firma de Autor



huella digital

23/08/2024

Fecha