

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TÍTULO PROFESIONAL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL:

(Sustentación de Caso)

“DISEÑO DE CONCRETO CEMENTO – ARENA ELABORADO CON AGREGADO DEL ÁREA INUNDABLE DEL RÍO NANAY, CANTERA “SANTA CLARA”, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, IQUITOS, 2021”

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Autor: Bach. Paulo César Sosa Lázaro

Asesor: Ulises Octavio Irigoín Cabrera M. Sc.

San Juan Bautista Loreto – Maynas – Perú

2021

DEDICATORIA

“Este proyecto está dedicado con especial amor y cariño a mis padres quienes me forjaron en la perseverancia y me incentivaron a esforzarme para lograr mis objetivos, y a quienes debo también su gran apoyo y comprensión a lo largo de este largo camino en toda mi carrera universitaria.

Dedicado a todo aquel que siente la inspiración de seguir su camino en la cosecha incalculable de éxitos de la mano de nuestro padre celestial, el mismo que me acompañó siempre en todas mis noches de desvelo, levantándome ante mis tropiezos”.

Paulo César Sosa Lázaro

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a Dios por bendecirme con la vida, y por guiar mi existencia, siendo el gran apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad, asimismo ser mi luz en mis noches de desvelo.

El agradecimiento especial a mis forjadores docentes en la carrera de Ingeniería Civil de mi alma máter, Universidad Científica Del Perú (UCP) por haber impartido sus enseñanzas en las aulas y permitirnos expandir nuestros conocimientos preparándonos para el mañana y ser grandes profesionales.

A mis compañeros, agradecerlos por su amistad, por su compañerismo y por el incentivo constante a seguir para lograr nuestras metas.

El autor.

CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

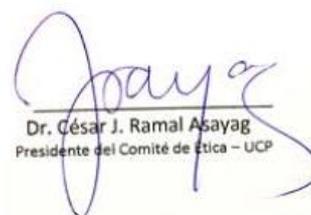
El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**"DISEÑO DE CONCRETO CEMENTO – ARENA ELABORADO CON AGREGADO
DEL ÁREA INUNDABLE DEL RÍO NANAY, CANTERA "SANTA CLARA",
DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, IQUITOS, 2021"**

De los alumnos: **PAULO CÉSAR SOSA LÁZARO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **23% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 24 de mayo del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

CJRA/ri-a
134-2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N° 302 -2021- UCP - FCEI del 28 de mayo de 2021, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| • Ing. Félix Wong Ramirez, M. Sc. | Presidente |
| • Ing. Liliana Bautista Serpa, Mg. | Miembro |
| • Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, MSc.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 16.00 horas del día 23 de julio del 2021, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por la Secretaria Académica del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional: **“DISEÑO DE CONCRETO CEMENTO - ARENA ELABORADO CON AGREGADO DEL ÁREA INUNDABLE DEL RÍO NANAY, CANTERA “SANTA CLARA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, IQUITOS, 2021”**.

Presentado por el sustentante:

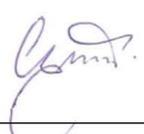
PAULO CÉSAR SOSA LÁZARO

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

 _____ Miembro	 _____ Presidente	 _____ Miembro
---	--	---

Contáctanos:

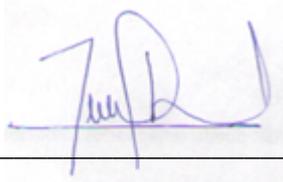
Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compañón 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

APROBACIÓN

Trabajo de Suficiencia Profesional sustentada en modalidad virtual por la plataforma zoom el día 23 de Julio a las 16:00 horas del 2021.



Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc.

PRESIDENTE



Ing. Liliana Bautista Serpa, Mg.

MIEMBRO



Ing. Nerea Gallardo Sánchez, Mg.

MIEMBRO



Ing. Ulises O. Irigoín Cabrera, M. Sc.

ASESOR

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO.....	IV
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	V
FIRMA DE JURADOS Y ASESOR.....	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
CAPÍTULO I.....	1
1. Introducción.....	1
2. Datos Generales.....	2
2.1. Título:.....	2
2.2. Área y Línea de Investigación.....	2
2.3. Autor:.....	2
2.4. Asesor:.....	2
2.5. Colaboradores:.....	2
2.6. Duración estimada de ejecución, inicio y término del estudio:.....	3
2.7. Fuentes de financiamiento:.....	3
2.8. Presupuesto Estimado:.....	3
3. Planteamiento del Problema.....	3
3.1. Descripción del Problema.....	3
3.2. Formulación del Problema.....	5
3.2.1. Problema general.....	5
3.2.2. Problemas específicos.....	5
3.3. Objetivos.....	5
3.3.1. Objetivo general.....	5
3.3.2. Objetivos específicos.....	6
3.4. Justificación de la investigación.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO REFERENCIAL.....	7
2.1. Antecedentes del estudio.....	7
2.2. Bases teóricas.....	10

2.2.1.	El Concreto, componentes y sus propiedades	10
2.2.1.1.	El Concreto.....	10
2.2.2.	El Cemento, componentes y sus propiedades	13
2.2.3.	Agregados, componentes y propiedades	15
2.2.4.	Agua, componentes y propiedades	27
2.2.5.	Aditivos	28
2.2.6.	Diseño de Mezcla.....	28
2.2.7.	Propiedades del concreto en estado fresco.....	29
2.2.8.	Propiedades del concreto endurecido	33
2.2.8.1.	Resistencia a la Compresión: (NTP 339.034)	33
2.3.	Definición de términos básicos.....	38
CAPÍTULO III		41
METODOLOGÍA.....		41
3.1.	Tipo de Investigación	41
3.2.	Diseño de Investigación	41
3.3.	Población y Muestra.....	41
3.3.1.	Población	41
3.3.2.	Muestra.....	41
3.4.	Hipótesis.	42
3.5.	Variables.....	42
3.5.1.	Identificación de variables.	42
3.5.2.	Definición conceptual y operacional de las variables.....	42
3.5.3.	Operacionalización de variables.....	43
3.6.	Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos.....	43
3.6.1.	Técnicas de Recolección de Datos.	43
3.6.2.	Instrumentos de Recolección de datos.....	43
3.6.3.	Procedimientos de Recolección de Datos.	44
3.7.	Procesamiento y análisis de datos. El procesamiento de los datos se puede realizar en forma manual y computarizada sobre el plan de tabulación. ..	46
CAPÍTULO IV		47
RESULTADOS		47
3.8.	Ubicación del proyecto.....	47
3.9.	Coordenadas de áreas de extracción.....	48
3.10.	Vías de acceso	50
3.11.	Aspectos físicos de la zona	50
	ASPECTO CLIMÁTICO	50
	ASPECTO FISIOGRÁFICO.....	52

ASPECTOS DE HIDROGRÁFICO.....	53
ASPECTOS AMBIENTALES.....	53
ASPECTOS TOPOGRÁFICOS	54
3.12. Características de los materiales.....	54
3.12.1. Cemento	54
3.12.2. Agregado Fino	55
3.12.3. Diseño de Concreto	61
3.12.4. Ensayo a la Compresión a los 7 días	65
3.12.5. Ensayo a la Compresión a los 28 días	66
3.12.6. Fuentes de agua	67
CAPÍTULO V.....	68
DISCUSIONES.....	68
CAPÍTULO VI.....	70
6.1. CONCLUSIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
Anexos.....	74
Anexo 1. Matriz de consistencia	75
Anexo 2. Panel fotográfico.....	77
Anexo 3. Ficha Técnica Cemento Andino.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantera "La Chacrita" - Santa Clara – río Nanay	4
Tabla 2. Definición conceptual de las variables	42
Tabla 3. Operacionalización de variables	43
Tabla 4. Coordenadas de zona de extracción.....	49
Tabla 5. Datos técnicos del polígono	49
Tabla 6. Vías de acceso del proyecto	50
Tabla 7. Ensayos de Laboratorio de agregado fino.....	56
Tabla 8. Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino - Concreto 200kg/m ³	57
Tabla 9. Peso Unitario suelto del agregado fino.....	58
Tabla 10. Peso Unitario Compactado del agregado fino.....	59
Tabla 11. Gravedad específica y absorción del agregado fino	60
Tabla 15. Diseño de mezcla de concreto 175kg/cm ²	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación departamental del proyecto	47
Figura 2. Ubicación provincial del proyecto.....	47
Figura 3. Imagen Satelital del lugar del proyecto	48
Figura 4. Poligonal del área de estudio.....	49
Figura 5. Imagen satelital donde se aprecia la coloración del agregado fino de la zona de estudio	67

RESUMEN

El proyecto de investigación denominado “Diseño de concreto cemento – arena elaborada con agregado del área inundable del río Nanay, cantera “Santa Clara”, distrito de San Juan Bautista, Iquitos, 2021”, surge en respuesta de cubrir la necesidad de conocer las propiedades y el diseño apropiado de la mezcla de concreto elaborado con agregado de zona inundable, en el contexto global que vivimos actualmente.

Este proyecto se desarrolló mediante la investigación Descriptiva, que presenta características del agregado y el diseño de mezcla del concreto cemento –arena (de zona inundable) con resistencia de 175 kg/cm², en este sentido, para lograr los objetivos se realizaron ensayos para el diseño de mezcla, explorando también las variables metodológicas en este tipo de estudios, abordando la problemática relacionada para dar con las respuestas.

Los resultados demostraron que el concreto obtenido con agregado del área inundable del río Nanay, Cantera Santa Clara, comúnmente denominado “*La Chacrita*”, arroja valores de resistencia a la compresión de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que se permite su uso.

Palabras clave: *aluvial, concreto, inundable.*

ABSTRACT

The research project called "Design of concrete-cement-sand made with the addition of the floodplain area of the Nanay River, quarry" Santa Clara ", district of San Juan Bautista, Iquitos, 2021", arises in response to meeting the need to know the properties and the appropriate design of the concrete mix made with floodplain aggregate, in the global context that we currently live in.

This project was developed through Descriptive research, which presents characteristics of the aggregate and the concrete-cement mix design - sand (flood zone) with resistance of 175 kg / cm², in this sense, to achieve the objectives, tests were carried out for the Mix design, also exploring the methodological variables in this type of study, addressing the related problem to find the answers.

The results showed that the concrete obtained with aggregate from the floodplain area of the Nanay River, Cantera Santa Clara, commonly called "La Chacrita", yields compressive strength values of $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, thus allowing its use.

Keywords: *alluvial, concrete, flooded.*

CAPÍTULO I

1. Introducción

El presente trabajo de investigación, consiste en diseñar el concreto cemento – arena con agregado del área inundable río Nanay, cantera “Santa Clara”, distrito de San Juan Bautista.

Autores como González (2002), resaltan que la calidad del concreto depende de la pasta y del agregado y de la unión entre los dos, los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial (Ríos, 2011).

En este sentido, este trabajo de investigación resalta la trascendencia y la importancia de los agregados de zonas inundables, siendo entendido que el objetivo fundamental de este proyecto, asimismo para su diseño se usa el cemento Portland Puzolánico, es el cemento Portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana. (NORMA E.060. CONCRETO ARMADO, 2009).

La investigación se presenta en VI capítulos, las mismas que lo componen en el orden de I. Introducción, II. Marco Referencial, III. Metodología, IV. Resultados y V. Discusión, Conclusiones y Recomendaciones.

2. Datos Generales

2.1. Título:

“Diseño de concreto cemento – arena elaborado con agregado del área inundable del río Nanay, cantera “Santa Clara”, distrito de San Juan Bautista, Iquitos, 2021”

2.2. Área y Línea de Investigación

2.2.1. Área: Tecnología e Ingeniería

2.2.2. Línea: Ingeniería de los materiales y construcción de infraestructura

2.3. Autor:

Bach. Paulo César Sosa Lázaro

2.4. Asesor:

Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera

2.5. Colaboradores:

2.5.1. Instituciones:

- Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA.
- Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú- UCP.

2.5.2. Personas:

- Docentes de la Facultad de Ciencias e Ingeniería - UCP.

2.6. Duración estimada de ejecución, inicio y término del estudio:

La duración es de tres (03) meses aproximadamente

2.7. Fuentes de financiamiento:

2.7.1. Recursos Propios : Autofinanciado

2.7.2. Recursos externos : No dinerarios - uso del Laboratorio
, Concreto ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA.

2.8. Presupuesto Estimado:

El presupuesto estimado es de S/ 7 000.00 (SIETE MIL Y 00/100 SOLES).

3. Planteamiento del Problema

3.1. Descripción del Problema

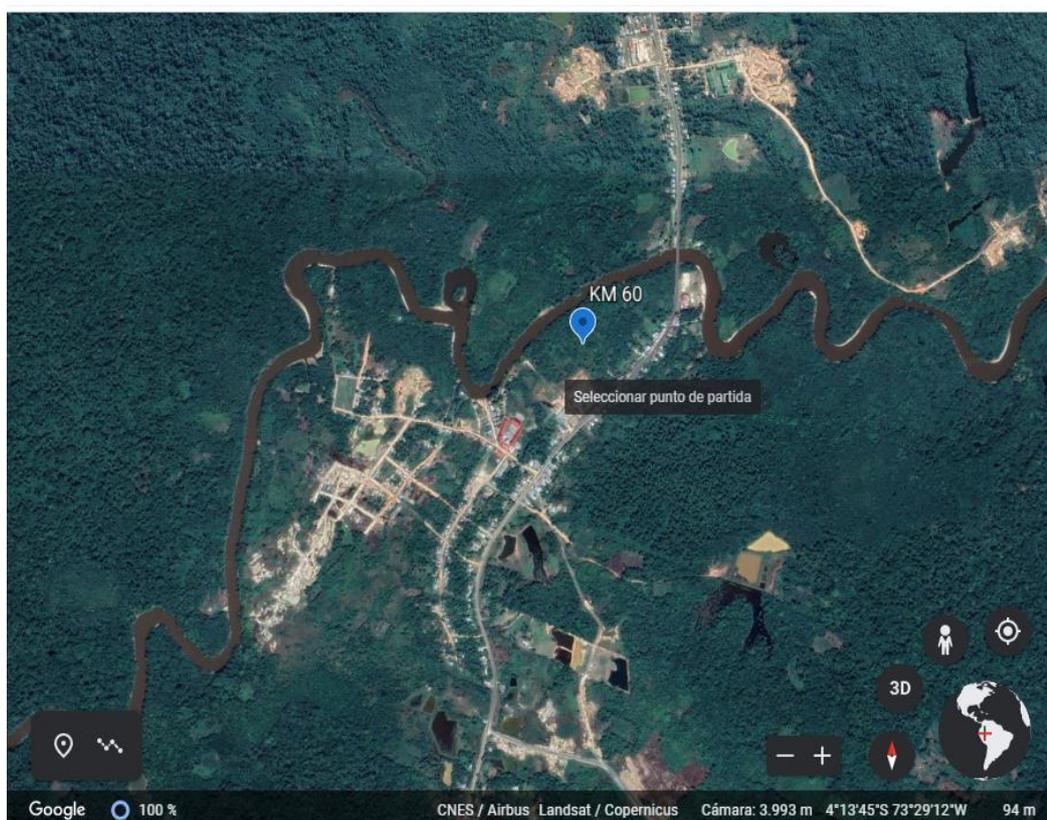
En las localidades asentadas en la ribera aguas arriba y abajo del río Nanay se están construyendo viviendas de albañilería, utilizando ladrillo y cemento y concreto elaborado con arena de los depósitos que periódicamente se van acumulando en las curvas de los meandros de este río. En el proceso de autoconstrucción en la zona se están utilizando estas arenas sin conocer sus propiedades físicas y tampoco cuentan con diseños que garanticen una buena construcción. Razón que motivó al Consejo Departamental del Colegio de Ingenieros del Perú, a acudir a la UCP solicitando promover como trabajos de investigación la determinación de las propiedades físicas de las arenas y la determinación de diseños de mezcla para alcanzar resistencias a la compresión de concretos de 175 kg / cm².

Es necesario conocer las propiedades físicas de la arena de esta cantera y a partir de éstas elaborar los diseños de mezcla para alcanzar las resistencias de $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$. Es por eso que en la presente

investigación se propone estudiar, fundamentalmente, las propiedades físicas de la arena y las propiedades mecánicas del concreto estructural – en estado endurecido- obtenido a partir del uso de estas arenas.

La investigación contribuirá a resolver esta dificultad para la construcción de edificaciones y otra infraestructura en la localidad de Santa Clara. Los nombres y coordenadas de la cantera en cuestión, así como su localización se presentan a continuación:

Tabla 1. Cantera "La Chacrita" - Santa Clara – río Nanay



Fuente: Google Earth. Marzo, 2021.

3.2. Formulación del Problema.

3.2.1. Problema general.

¿Cuál es el diseño de concreto cemento – arena elaborada con agregado del área inundable del río Nanay, cantera “Santa Clara”, distrito de San Juan Bautista, Iquitos, ¿2021?

3.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es la reserva en volumen de la cantera Santa Clara, distrito San Juan Bautista, para su uso en elaboración de concreto de cemento portland tipo IPM?
2. ¿Cuáles son las características físicas de la arena proveniente de la cantera Santa Clara, distrito San Juan Bautista, para su uso en elaboración de concreto?
3. ¿Cuáles son los diseños de mezcla de concreto de cemento portland tipo IPM obtenido con la arena de la cantera Santa Clara, distrito de San Juan Bautista?

3.3. Objetivos.

3.3.1. Objetivo general.

Diseñar concreto cemento – arena con agregado del área inundable río Nanay, cantera “Santa Clara”, distrito de San Juan Bautista, Iquitos, 2021.

3.3.2. Objetivos específicos.

1. Determinar la reserva en volumen de arena en área de inundación de río Nanay- cantera Santa Clara, distrito San Juan Bautista.
2. Conocer las propiedades físicas de arena de la cantera Santa Clara, distrito San Juan Bautista.
3. Realizar los diseños de mezcla de concreto de cemento portland tipo IPM obtenido con la arena de la cantera Santa Clara, distrito San Juan Bautista

3.4. Justificación de la investigación.

La presente investigación está justificada por presentar un alcance a la construcción que se desarrolla en toda la localidad de Iquitos con concreto cemento – arena de 175kg/cm², a partir del uso de arena del área inundable, aguas arriba de río nanay, por lo que está investigación surge en respuesta de cubrir la necesidad de conocer las propiedades y el diseño apropiado de la mezcla que redundará en beneficio de la población.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes del estudio.

Ari Queque (2002), en su trabajo de tesis “Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland tipo I”, utilizó el aditivo superplastificante y retardador de fraguado “Sika Viscocrete – 1” basado en Poli carboxilatos Modificados, cemento portland tipo I Andino y agregados de las canteras “Cerro Camote” (agregado fino con módulo de finura de 2.51 y con 11.30% de material más fino que pasa la malla N° 200) y “Jicamarca” (agregado grueso como piedra chancada de tamaño nominal máximo 3/4” y tamaño máximo 1”) con el objetivo de determinar en qué medida se mejoran las propiedades del concreto, especialmente en lo referente a la ganancia de resistencia a la compresión del concreto endurecido y retardar el tiempo de fraguado, para su uso en zonas cálidas.

Este estudio efectuado para tres relaciones agua/cemento ($a/c=0.40$, 0.45 y 0.50) y tres dosificaciones de aditivo para cada relación a/c : 1.0%, 1.2% y 1.4% del peso de cemento (los cuales equivalen a $386\text{cm}^3/\text{bol}$, $464\text{cm}^3/\text{bol}$ y $541\text{cm}^3/\text{bol}$ de cemento respectivamente). Encontró que el mayor beneficio es para la relación $a/c=0.50$, esto es por la variación existente entre el beneficio en la obtención de incremento de resistencia y el costo del concreto, pues para las tres relaciones a/c indicadas se aplicó $541\text{ cm}^3/\text{bol}$ de cemento de aditivo (1.4% de aditivo) obteniéndose a los 42 días un beneficio de resistencia y un incremento en el costo de 107.3% y 64.3%, respectivamente para la primera relación a/c ; y, para la segunda de 10.5% y 62.7%, respectivamente; y, para la relación $a/c=0.50$ obtuvo un beneficio en la resistencia de 96.6% y un incremento en el costo de 48.0% (Ari

Queque, 2002). Y para las mismas relaciones $a/c = 0.40, 0.45$ y 0.50 en el diseño patrón (sin aditivo) obtuvo a los 42 días, resistencias a la compresión de $497.2 \text{ kg/cm}^2, 430.8 \text{ kg/cm}^2$ y 420.8 kg/cm^2 , respectivamente; y, correspondientemente módulos elásticos de $138\ 960.21 \text{ kg/cm}^2, 215\ 968.31 \text{ kg/cm}^2$ y $260\ 577.77 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente; sin embargo, para las tres relaciones a/c al aplicárselas $541 \text{ cm}^3/\text{bol}$ de cemento de aditivo obtuvo los siguientes valores de módulos elásticos estáticos: $152\ 814.92 \text{ kg/cm}^2, 188\ 960.89 \text{ kg/cm}^2$ y $195\ 036.44 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente (1).

Dávila y Vargas (2006), en su Tesis “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena, utilizando agregado fino de la cantera Boca Negra del sector de Peña Negra, distrito de San Juan Bautista”, concluyeron: El módulo de elasticidad varía con diversos factores, notablemente con la resistencia del concreto, la edad del mismo, las proporciones del agregado y el cemento, y puede variar con la velocidad de la aplicación de la carga y con el tipo de muestra o probeta. Por consiguiente, es casi imposible predecir con exactitud el valor del módulo para un concreto dado; sin embargo, propusieron el siguiente modelo matemático para su determinación $E_c = 10,074 \sqrt{f_c}$ (Dávila y Vargas, 2006).

Irigoin (2015), en su trabajo de Tesis “Análisis de la Sostenibilidad Minera No Metálica mediante Indicadores Sintéticos. Aplicación para Explotación de Agregados Pétreos para Construcción en Loreto y San Martín, Perú. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 2015”, señala, en Francia a raíz de las restricciones en la extracción de grava de los lechos de los ríos y a consideraciones medio ambientales al haberse comprometido el equilibrio ecológico con consecuencias irreversibles, se desarrolló en algunas regiones el uso del concreto de arena, fenómenos como éstos también se presentan en los lechos de algunos ríos de Perú.

Barba y García (2018), como trabajo de tesis para optar el título profesional de ingeniero civil presentaron un “Estudio exploratorio en diseño de mezclas del concreto cemento -arena liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista 2018”; y, concluyeron: “En la fase exploratoria, el “Concreto liviano no estructural - CL03”, alcanzó una resistencia $f'c$ de 175 kg/cm² y una densidad de 1484.49 kg/m³, por lo tanto, puede ser considerado un concreto estructural. Al preparar el concreto liviano con los aditivos Neoplast 8500 HP y EucoCell 1000, se llega a reducir la cantidad de agua requerida para el diseño, manteniendo la trabajabilidad en la mezcla” (Barba y García, 2018).

Pérez y Flores (2019), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, investigaron la “Influencia de los Aditivos Incorporador de Aire y Superplastificante en las Propiedades Físicas Y Mecánicas del Concreto Cemento -Arena Liviano, elaborado con Perlas de Poliestireno Expandido y Agregado Fino”. En esta investigación llegaron a las siguientes conclusiones: “El uso de concreto cemento - arena liviano a partir de la mezcla de solamente agregado fino de módulo de fineza promedio 1,31 y perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal \varnothing 1/4”, cemento portland, agua y aditivos, es técnicamente factible; y, es necesario conocerse la dosificación y regular su uso en la normativa correspondiente” (Pérez y Flores, 2019).

Determinaron la influencia de la variación de la dosificación de los aditivos incorporador de aire (EucoCell 1000) y superplastificante (Neoplast 8500 HP), pero manteniéndose constante la relación a/c, el porcentaje de agregado fino y perlas de poliestireno determinados en un diseño patrón. Este concreto, obtenido en combinación con una relación en peso aditivo/cemento de 0.006 de Neoplast y 0.00 de EucoCell, al 95% de nivel de confianza, alcanzó una densidad de

1632,71 kg/m³ y una resistencia a la compresión a los 28 días de 195 kg/cm², siendo significativa la correlación de Neoplast vs resistencia (1.1%) y no siendo necesario el empleo de EucoCell. Asimismo, al 95% de nivel de confianza, a los 28 días alcanzó una resistencia a la tracción de 15,09 kg/cm² y a la flexión de 35,15 kg/cm², y un módulo elástico de 206 910 kg/cm²; habiéndose superado el rango de resistencia a la compresión, para concretos livianos no estructurales, propuesta por la Portland Cement Association” (Pérez y Flores, 2019).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El Concreto, componentes y sus propiedades

2.2.1.1. El Concreto

Producto artificial constituido por la mezcla básicamente de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, resultante de la combinación química del material cementante con el agua, está compuesta de cemento portland y agua, uno los agregados pétreos (arena: agregado fino y piedra chancada: agregado grueso), los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial (Ríos, 2011). La pasta constituye la fase continua del concreto y los agregados la fase discontinua, pues éstos no se encuentran unidos y en contacto sino, se hallan separados por espesores diferentes de pasta endurecida. En la Norma E.060 Concreto Armado se define al concreto como Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

La tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: cemento, agua, agregados y aditivos como

elementos activos y el aire como elemento pasivo (Pasquel, 1998).

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad. Esta es, a la larga, una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento (2).

Según, González (2002), la calidad del concreto depende de la calidad de la pasta y del agregado y de la unión entre los dos. En un concreto adecuadamente confeccionado, cada una de todas las partículas de agregado es completamente cubierta por la pasta y todos los espacios entre las partículas de agregados se llenan totalmente con pasta.

En promedio las proporciones en volumen absoluto de los componentes del concreto son: aditivo entre 0,1% a 2,5%; aire entre 1% a 3%; cemento entre 7% a 15%; agua entre 15% a 22%; y, agregados entre 60% a 75% (Sánchez Zárate, 2017).

En el trabajo de investigación referida a la sustitución del fino liviano por arena natural, Velazco (1984), hace las siguientes precisiones: Parece lógico pensar que, al utilizar agregado fino de origen pétreo en lugar de fino liviano, el módulo de elasticidad debe elevarse: no solo es intuitivo; se observa en todos los modelos matemáticos para materiales compuestos que el módulo de elasticidad del compuesto se incrementa al aumentar la rigidez de cualquiera de sus componentes. Igual sucede con

la dureza superficial: un compuesto de matriz – inclusiones, tal como lo es el concreto (pasta / agregados) mejorará su dureza al mejorar la dureza de cualquiera de sus componentes. Velazco (1984), a partir de los trabajos de investigación sobre el mecanismo de fractura del concreto de Glucklinch (1963), Shah (1969) y Nicholls (1976), expone las siguientes razones por las cuales mejorarían las resistencias mecánicas del concreto al aumentar la resistencia y rigidez del agregado fino:

1. Existen poros y grietas en el material antes de ser sometido a carga: poros y microgrietas en la pasta, así como grietas de adherencia pasta / agregado fino y mortero / agregado grueso.
2. Al comenzar la sollicitación se produce una deformación elástica cuasi-lineal hasta aproximadamente 30-50% de la carga máxima, valor que depende de la relación agua/cemento y de la relación volumétrica y resistente pasta/agregado; es más alto en el concreto liviano. En esta etapa no se producen nuevas grietas ni se desarrolla ninguna de las existentes.
3. Se produce el desarrollo abrupto de la primera grieta, la cual comienza en la interfase de uno de los agregados de mayor tamaño, y se extiende en la dirección de la dirección de la carga. Posteriormente aparecen nuevas grietas, la curva esfuerzo – deformación deja de ser lineal y se observa una pseudoplasticidad, producto de las restricciones que ofrece el material al agrietamiento: otros agregados, poros, zonas localizadas de bajas tensiones. Por debajo del 70% de la carga máxima la abertura de las grietas es de una a dos centésimas de milímetro y cierran casi totalmente si se elimina la carga.

4. Las grietas se propagan, pero no hay desintegración extendida de la matriz; aumenta la curvatura del gráfico esfuerzo – deformación. En el concreto convencional la mayor parte de las grietas rodean al agregado grueso, mientras que en el concreto liviano lo atraviesan. El agrietamiento continúa hasta alcanzar la compacidad máxima, que se produce alrededor del 80% en concretos convencionales y del 90% en concretos livianos.
5. La extensión del daño es tal que se produce expansión volumétrica, el material deja de ser continuo y se alcanza la resistencia máxima.
6. Luego del pico en el gráfico esfuerzo – deformación se produce la curva de descenso cuya forma es causada principalmente por la variación estadística de la resistencia última, y depende de la relación volumétrica y resistente entre el agregado grueso y el mortero.

Como se observa, la fracción fina del agregado no parece intervenir en el mecanismo de rotura del concreto, excepto en los concretos de alta resistencia donde la capacidad resistente del mortero se logra incrementar hasta acercarse a la del agregado grueso (Velazco, 1984). En los concretos livianos generalmente sucede lo contrario, según refieren Nicholls (1976) y Wesche (1973), ya que el eslabón débil lo constituye el agregado grueso.

2.2.2. El Cemento, componentes y sus propiedades

La Norma de Estructura E.060 Concreto Armado – 2009, define al Cemento portland como un producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en

peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. El cemento por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. El cemento por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire (Norma Técnica de Estructuras E.060 Concreto Armado -2009).

“En 1929 como consecuencia de una serie de investigaciones experimentales, el químico R. H. Bogue establece las fórmulas que permiten el cálculo de los componentes del cemento en base a conocer el porcentaje de óxidos que contiene, habiendo sido asumidas como norma por ASTM C -150, permitiendo una aproximación práctica al comportamiento potencial de cualquier cemento Portland normal no mezclado” (Ari Queque, 2002).

Los cementos que cumplan con la norma ASTM C-150 pueden ser usados para la producción de concreto. En el mercado peruano, existen los siguientes tipos: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V:

El Tipo I: Se le conoce como cemento Portland ordinario y es el de mayor comercialización en el mercado. Se usa, donde no se requieren propiedades especiales.

(Ari Queque, 2002), señala que, en general los cementos de producción nacional siguen los comportamientos típicos de los cementos de fabricación mundial; sin embargo, indica, que la experiencia en el uso de ellos no puede generalizarse a priori, debido a la variabilidad de los valores de las propiedades a corto plazo que se pueden apreciar en las tablas, lo cual al ser indicador que no todos nuestros cementos siempre mantengan parámetros constantes en el corto plazo, es recomendable efectuar pruebas de control de las propiedades.

El cemento Portland que se usará en la preparación del concreto en la investigación es del Tipo I del fabricante Cementos Andino.

2.2.3. Agregados, componentes y propiedades

Llamados también áridos o inertes, son definidos como el conjunto de partículas, sean éstos de origen natural o artificial, que puedan ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma Técnica Peruana 400.011 (1). Sus características físicas más importantes son: peso unitario, peso específico, contenido de humedad, porosidad y la distribución granulométrica de las partículas, conocida como granulometría, el módulo de finura; para las cuales existen una serie de ensayos de laboratorio estandarizados, para su comparación con valores de referencia establecidos en las Normas o para establecerlo en los diseños de mezcla de concreto (3)

El muestreo de los agregados es una operación fundamental en el proceso de control de calidad, se realiza según la Norma Técnica NTP 400.010, concordante con la Norma ASTM C 702.

El agregado según diámetro de las partículas, se divide en agregados grueso y fino; los cuales, como se verá, cumplen

funciones diferentes, pero complementarias en el concreto. A continuación, en la tabla se presenta los requisitos para clasificar los agregados gruesos y finos según el ASTM C-33.

Tabla 3. Requisitos para clasificar agregados gruesos y finos. ASTM C-33

N° A.S.T.M.	TAMAÑO NORMAL	% Que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25 mm	19 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	300 µm
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°50
1	3 1/2"		90		25		0		0						
	a	100	a		a		a		a						
	1 1/2"		100		60		15		5						
2	2 1/2"				90	35	0		0						
	a			100	a	a	a		a						
	1 1/2"				100	70	15		5						
3	2"					90	35	0		0					
	a				100	a	a	a		a					
	1"					100	70	15		5					
357	2"					95		35		10		0			
	a				100	a		a		a		a			
	N°4					100		70		30		5			
4	1 1/2"						90	20	0		0				
	a					100	a	a	a		a				
	3/4"						100	55	15		5				
467	1 1/2"						95		35		10	0			
	a					100	a		a		a	a			
	N°4						100		70		30	5			
5	1"							90	20	0	0				
	a						100	a	a	a	a				
	1/2"							100	55	10	5				
56	1"							90	40	10	0	0			
	a						100	a	a	a	a	a			
	3/8"							100	85	40	15	5			
57	1"							95		25		0	0		
	a						100	a		a		a	a		

	N°4							100		60		10	5		
6	3/4" a 3/8"							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	3/4" a N°4							100	90 a 100		20 a 55	0 a 15	0 a 5		
7	1/2" a N°4								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	3/8" a N°8									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	3/8" a N°16									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	3/8" a N°8										100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: (4) Tesis para optar Título de Ing. Civil. Universidad Ricardo Palma

2.2.3.1. Agregado Fino

Material, proveniente de la desintegración natural (arena natural) o artificial (manufacturada) de las rocas, que pasa al Tamiz 3/8" (9.51 mm) y es retenido en el tamiz N° 200 (74µm), como se indica en la Norma Técnica Peruana 400.011. Deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma Técnica NTP 400.037, en concordancia con la Norma ASTM C-33, que recomiendan que la granulometría se encuentre dentro de los límites que se indican en la Tabla de límites granulométricos correspondiente (5)

Las características principales del agregado fino son las siguientes: Peso unitario, peso específico y absorción, contenido de humedad, granulometría, módulo de finura, superficie específica, material que pasa la malla # 200.

2.2.3.1.1. Peso Unitario o Peso Aparente: (NTP 400.017), (ASTM C - 29)

Peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³. Su valor depende de factores externos como el grado de compactación aplicado, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc. El peso unitario puede expresarse en dos condiciones:

a. Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

Es el peso unitario que se obtiene al llenar el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión.

$$PUS = Ws/f$$

donde:

PUS = Peso unitario suelto (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

Ws = Peso de la muestra suelta (kg)

b. Peso Unitario Compactado o Varillado (P.U.C.)

Peso unitario que se obtiene cuando se ejerce presión (compactación).

$$PUC = Ws/f$$

donde:

PUC = Peso unitario suelto (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

Ws = Peso de la muestra suelta (kg)

2.2.3.1.2. Peso Específico y Absorción: (NTP 400.022), (ASTM C-128)

Peso específico, gravedad específica o densidad real:

relación entre el peso del material y su volumen. Se diferencia del peso unitario, porque en el específico no se toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. El peso específico de las arenas varía entre 2.5 y 2.7 g/cm³; las arenas húmedas con igual volumen aparente, pesan menos que las secas debido a que se recubren de una película de agua que la hace ocupar mayor volumen. El volumen de huecos de una arena natural oscila entre un mínimo de 26% para las arenas de granos uniformes y hasta de 55%, para las de granos finos (4).

Su valor se toma en cuenta para realizar la dosificación de la mezcla, así como para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Ari Queque (2002), en la definición de Peso Específico de Masa (PE_{masa}), éste, al contener poros, recomienda definir con mucho cuidado el significado del término “peso específico” y sugiere usar las tres (03) relaciones siguientes:

a) **Peso Específico de Masa Seca (PE_{mse}):**

Relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) respecto de la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases. Se expresa como:

$$PE_{masa} = A/(V - W)$$

donde:

A = Peso de la arena seca (g)

V = Volumen de la fiola (cm³)

W= Peso del agua (g)

b) **Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (PE_{mssse}):**

Relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables saturados con agua e impermeables naturales del material) respecto de la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases. Se expresa como:

$$PE_{mssse} = \frac{500}{(V - W)}$$

donde:

V = Volumen de la fiola (cm³)

W= Peso del agua (g)

c) **Peso Específico Aparente (PE aparente):**

Relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material respecto de la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual

de agua destilada libre de gases, si el material es un sólido el volumen es aquel de la porción impermeable.

(5)

$$PE_{\text{paraente}} = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

Donde:

A = Peso de la arena seca (g)

V = Volumen de la fiola (cm³)

W = Peso del agua (g)

Porcentaje de Absorción:

Diferencia en el peso del agregado fino superficialmente seco y el peso del material secado al horno a 100 -110°C por un periodo de 24 horas, dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Físicamente, es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con éste. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

$$Porcentaje\ de\ absorcion = \frac{(500 - A)}{A} * 100$$

Donde:

A = Peso de la arena seca (g)

2.2.3.1.3. Contenido de Humedad: (NTP 339.185), (ASTM C-566)

Diferencia entre el peso del agregado fino natural y el peso del agregado secado en horno a 100 - 110 °C por un periodo de 24 horas, multiplicado por 100. Físicamente es la cantidad de agua que contiene el agregado fino (5).

$$H = \frac{A - B}{B} * 100$$

donde:

H = Contenido de humedad (%)

A = Peso de la muestra humedad (g)

B = Peso de la muestra seca (g)

2.2.3.1.4. Granulometría (NTP 400.012)

Ésta se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de granos de arena del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200 de la serie Tyler; correspondiendo a la fracción que pasa la N° 200 la que tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, por afectar a la resistencia. La granulometría deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas entre la N° 4 y la 100 de la serie Tyler; y, no debiéndose retener más del 45 % en dos tamices consecutivos cualesquiera. (5)

La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, especialmente de la granulometría y otras características de la arena; y, como no se puede modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado grueso, que se puede cribar y almacenar separadamente sin dificultad, la atención principal, entonces, se dirige al control de su homogeneidad (1).

El ensayo de granulometría del agregado fino se efectuará bajo la Norma Técnica NTP 400.012. Los límites de distribución granulométrica según la Norma Técnica NTP

400.037 y la Norma ASTM C – 33, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 4. Límites granulométricos según normas NTP 400.037 y ASTM C – 33

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

Fuente: (4)

2.2.3.1.4.1. Módulo de Finura: (Norma NTP. 400.011)

Índice aproximado que representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena; se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Según la Norma Técnica NTP.400.011 se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100. (Barba & García, 2018)

En la interpretación del módulo de finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia (ASOCEM; Benites Espinoza, 2011); además, la norma establece que la arena debe tener un Módulo de Finura no menor de 2.35 ni mayor que 3 (Ari, 2002 en

Barba & García, 2018). Según la Norma Técnica NTP 400.011, se considera que el módulo de finura de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa. Benites Espinoza (2011), señala que, de acuerdo a la ASOCEM, en la apreciación del módulo de finura, se estiman que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

2.2.3.1.5. Superficie Específica:

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado fino por unidad de peso; en su determinación se consideran dos supuestos: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que, pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas. (Barba & García, 2018)

$$Se = \frac{0.06}{p} \sum_{i=1}^n \frac{Pi}{di}$$

donde:

Se = Superficie específica (cm²/g)

Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i

di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i (cm)

P = Peso específico del agregado.

2.2.3.1.6. Material que pasa la malla N° 200: (NTP 400.018), (ASTM C-117)

Material constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla; en consecuencia, el ensayo permite determinar, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado pétreo.

La ASTM C-33 establece límites para las sustancias perjudiciales; así, por ejemplo, con relación al material más fino que pasa la malla N° 200 indica que éste tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia; por otro lado, las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se acostumbra limitarlos entre el 3% al 5%, aunque valores superiores hasta del orden del 7% no necesariamente causarán un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse mejorando el diseño de mezclas, bajando la relación agua/cemento y/o optimizando la granulometría (Benites Espinoza, 2011).

La Norma Técnica NTP 400.018 establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa por el tamiz normalizado de 75 µm (N° 200), en el agregado emplearse en la elaboración de concretos y morteros. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que son dispersadas por el agua, así como los materiales solubles en agua, serán removidas del agregado durante el ensayo. (Barba & García, 2018)

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

donde:

A = % que pasa el tamiz N° 200

P1 = Peso de la muestra (g)

P2 = Peso de la muestra lavada y secada (g)

Tabla 5 . Ensayos de agregado fino y normativa aplicada

ENSAYO	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Muestreo de los agregados	NTP 400.010	ASTM C 702
Requisitos para clasificación de agregados		ASTM C-33
Límites de gradación del agregado fino	NTP 400.037	ASTM C-33
Peso unitario o peso aparente del agregado fino: Peso Unitario Suelto (P.U.S.) y Peso Unitario Compactado o varillado (P.U.C.)	NTP 400.017	ASTM C -29
Peso específico, gravedad específica o densidad real; y, absorción de agregados finos	NTP 400.022	ASTM C-128
Contenido de humedad del agregado fino	NTP 339.185	ASTM C-566
Granulometría del agregado fino	NTP 400.012	
Módulo de finura	NTP 400.011	
Material fino que pasa la malla N° 200 (o sustancias perjudiciales)	NTP 400.018	ASTM C-117

2.2.3.2. Agregado grueso

Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) y proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la N.T.P. 400.037. El agregado grueso se puede clasificar en piedra chancada o triturada (agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas, canto rodado o gravas) y grava (proviene de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándose en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural). Para

obtener la piedra chancada, las gravas naturales deben estar limpias y libre de polvo superficial y debe cumplir con los requisitos especificados en la Norma ASTM C33, excepto en cuanto a la granulometría.

No se presenta mayor descripción de este tipo, por cuanto no está incluido en el presente trabajo de investigación.

2.2.4. Agua, componentes y propiedades

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades. El agua de mezcla en el concreto tiene como funciones principales: reaccionar con el cemento para hidratarlo, actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto y procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse; por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

Este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales. El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento. Los efectos más perniciosos que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos, y otros.

Existe evidencia experimental que el empleo de aguas con contenidos individuales de cloruros, sulfatos y carbonatos sobre las 5000 ppm

ocasiona reducción de resistencias hasta del orden del 30% con relación a concretos con agua pura. Asimismo, Los carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio pueden acelerar o retardar el fraguado cuando la suma de sales disueltas tiene concentraciones sobre 1000 ppm, por lo que es recomendable en estos casos hacer pruebas de tiempo de fraguado. Hay evidencias que en estas condiciones pueden incrementarse las reacciones álcali-sílice en los agregados (Barba & García, 2018)

2.2.5. Aditivos

Los aditivos para concreto son componentes de naturaleza orgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido, como emulsiones. (Barba & García, 2018)

En el presente proyecto se tiene previsto no usar aditivo alguno.

2.2.6. Diseño de Mezcla

Proceso en los que intervienen la relación arena / piedra y las relaciones agua/cemento; es necesario contar, entre otros, con información de las propiedades de los agregados fino y grueso siguientes: granulometría, peso específico, contenido de humedad, porcentaje de absorción, peso unitario suelto, peso unitario compactado, módulo de finura, tamaño nominal máximo (del agregado grueso).

Para proporcionar los ingredientes en una mezcla de concreto se debe seguir un procedimiento, para lo cual se han sugerido muchos métodos dentro de los cuales se encuentran los analíticos, experimentales, semianalíticos y empíricos. En la presente investigación, para el diseño

de las mezclas de concreto, se ha empleado el método americano ACI (American Concrete Institute), el que se fundamenta en el principio básico de la relación agua / cemento desarrollado por Abrahams, que consiste en seguir una serie de pasos para determinar la cantidad de cada material en peso y volumen, para 1m³ de concreto.

2.2.7. Propiedades del concreto en estado fresco

2.2.7.1. Peso unitario: (N.T.P. 339.046), (ASTM C – 138)

Peso del concreto por metro cúbico para cada relación agua cemento.

$$f = \frac{1000}{W_a} \quad P.U = f * W_c$$

donde:

f = factor de calibración del recipiente (1/m³)

W_a = Peso del agua en kg

PU = Peso unitario del concreto (kg/m³)

W_c = Peso del concreto fresco (kg)

2.2.7.2. Rendimiento del concreto: (NTP 339.046)

Se refiere al proceso cuyo objetivo es obtener el rendimiento del concreto por bolsa de cemento, se expresa en metros cúbicos.

$$Y = \frac{V_c}{N}$$

donde:

Y= Rendimiento (m3)

V_h= Volumen de concreto (m3).

N= Número de bolsas de cemento (kg)

$$V_h = \frac{N * P_c + P_{a.f} + P_{a.g} + P_a}{P_u}$$

donde:

P_c = Peso de la bolsa de cemento (kg)

P_{a.f} = Peso del agregado fino (kg)

P_{a.g} = Peso del agregado grueso (kg)

P_a = Peso del agua (kg)

P_U = Peso unitario del concreto (kg/m3)

2.2.7.3. Contenido de Aire: (NTP 339.046)

El ensayo de contenido de aire se realiza para determinar qué cantidad de vacíos tiene internamente el concreto en toda su masa. Cuanto más aire tenga internamente la resistencia del concreto en la compresión disminuye.

En el concreto siempre hay un pequeño porcentaje de aire atrapado, el cual depende del aporte que los materiales, las condiciones de operación y la granulometría y tamaño de máximo del agregado. Las burbujas de aire atrapados se caracterizan por su diámetro cercano a 1mm y su perfil irregular (Rivva López, 2013)

2.2.7.4. Consistencia (Asentamiento: (NTP 339.035), (ASTM C - 143)

La consistencia del concreto fresco es la capacidad de la masa de concreto para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por la variación del contenido de agua en la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores; se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. El ensayo para medir la consistencia del concreto se denomina ensayo slump y consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado (Ari Queque, 2002)

2.2.7.5. Exudación (NTP 339.077)

Propiedad física que está gobernada por el flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades del agua y la masa plástica del concreto, por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto,. Se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, allí la importancia de evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener. Se expresa en porcentaje. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fino es la molienda de éste y mayor sea el

porcentaje de material menor que la malla N° 100 la exudación será menor, pues retiene el agua de mezcla (Ari Queque, 2002)

$$C = \frac{W}{W} * S$$

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{V}{C} * 100$$

donde:

C = Masa del agua en la muestra de ensayo, en litros.

W = Agua efectiva en litros.

W = Cantidad total de materiales, en kg

S = Peso del concreto en kg

V = Volumen final exudado en L.

2.2.7.6. Temperatura del concreto: (NTP 339.184), (ASTM C1064)

Tiene la finalidad de examinar la temperatura del concreto recién mezclado, puede usarse para verificar que dicho concreto satisfaga requerimientos específicos de temperatura; es importante realizar este control debido a que condicionan la velocidad del proceso de endurecimiento inicial del concreto, la cual es influenciada por la temperatura ambiente y calor específico de los materiales constituyentes; a mayor temperatura durante el muestreo mayor será la resistencia inicial y también el efecto de contracción, disminuyendo posiblemente la resistencia a largo plazo.

Se coloca un dispositivo de medición de temperatura en la muestra de concreto de tal modo que este rodeado de mezcla por todos sus lados (al menos 3" y lejos del recipiente que lo

contiene), el tiempo mínimo que debe estar introducido el dispositivo medidor es de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice. Se debe efectuar este ensayo dentro de los 5 minutos de tomada la muestra. (Barba & García, 2018)

2.2.8. Propiedades del concreto endurecido

2.2.8.1. Resistencia a la Compresión: (NTP 339.034)

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos de compresión; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada en términos de relación agua /cemento en peso. A esta característica mecánica afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que constituyen complemento de la estructura del concreto; y, el curado que es el complemento del proceso de hidratación, permite el desarrollo o alcance de las características del concreto.

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos o corazones en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra. El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra. (Barba & García, 2018)

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

donde:

R_c=Es la resistencia de rotura a la compresión, medido en kilogramos por centímetro cuadrado.

G= Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.

d= Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

Resistencia a la tracción por compresión diametral (NTP 339.084)

La resistencia a la flexión en viga es una forma de medida de la resistencia a la tracción del concreto. Mide la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión, se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en este caso se expresa en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio); siendo menores hasta en un 15% los valores determinados cuando la viga es cargada en los puntos tercios que cuando se determina cargada en el punto medio (National Ready Mixed Concrete Association, 2016).

$$T = \frac{2P}{\pi * L * D} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

donde:

T = Resistencia a la tracción por compresión diametral (kg/cm²)

P = Carga registrada (KN)-convertida en kg-f

L = Longitud de la probeta (cm)

D = Diámetro de la probeta (cm)

2.2.8.2. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto (ASTM C 78)

La resistencia a la flexión en viga es una forma de medida de la resistencia a la tracción del concreto. Mide la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión, se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en este caso se expresa en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio); siendo menores hasta en un 15% los valores determinados cuando la viga es cargada en los puntos tercios que cuando se determina cargada en el punto medio (National Ready Mixed Concrete Association, 2016).

Si la fractura se inicia en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos, calcular el módulo de ruptura como sigue: (Barba & García, 2018)

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

donde:

Mr: Es el módulo de rotura, en MPa

P: Es la carga máxima de rotura indica por la máquina, en Kg-f

L: Es la luz libre entre apoyos, en cm

b: Es el ancho promedio de la vida en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm

Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por no más de 5 % de la luz, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3 Pa}{bd^2}$$

donde:

R= Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg²)

P= Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, en N (lbf)

a= Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, en mm (pulg)

b= Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

d= Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5 % de la misma, descartar los resultados del ensayo.

2.2.8.3. Módulo de Elasticidad Estático (Norma ASTM C 469-94)

Capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. Definida como la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente,

para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del concreto. Se emplea, en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales.

El concreto no es un material elástico, no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama de carga Vs deformación en compresión; sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un “Modulo de Elasticidad Estático” del Concreto, mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido, que normalmente es un porcentaje de la tensión última. Los valores de E normalmente oscilan entre 280 000 a 350 000 kg/cm² y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto y a la relación agua/cemento, pero siempre las mezclas más ricas en cemento tienen modelos de elasticidad mayores y también mayor capacidad de deformación. En general a mayor resistencia del concreto y mayor densidad se tiende a obtener mayor módulo de elasticidad, sin embargo, dependiendo de los componentes y dosificación del concreto o mortero los valores pueden diferir de manera apreciable (Quimbay, 2012)

$$E = (S_2 - S_1) (\varepsilon_2 - 0.000050)$$

donde:

E= Módulo de elasticidad secante, MPa [psi]

S₂= Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última o de ruptura

S₁= Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal, ε_1 , de 50 millonésimas, MPa [psi]

E_2 = Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S_2 .

Entre las características que influyen en la respuesta sísmica de una estructura están: el peso volumétrico del concreto, el módulo de elasticidad (que es determinante en la rigidez lateral de la estructura y en su periodo natural de vibración), la forma de la curva esfuerzo - deformación del concreto, la ductilidad del comportamiento y la forma de los lazos de histéresis (define el amortiguamiento inelástico con que puede contarse) (Bazán y Meli, 2001).

2.2.8.4. Otras propiedades: No se estudiarán en la presente investigación.

2.3. Definición de términos básicos.

Tamaño máximo nominal: Para agregado procesado, el tamaño máximo nominal es la menor malla donde se produce el primer retenido. El tamaño máximo nominal del agregado fino está comprendido entre 2.36mm y 4.76mm.

Agregado Global: mezcla de Agregado fino y agregado grueso, normalizado por una granulometría en la Norma Técnica NTP 400.012 Peruana, 2001.

Agregado Fino: Es aquel, proveniente de la desintegración natural (arena natural) o artificial (manufacturada) de las rocas, que pasa al Tamiz 3/8" (9.51 mm) y es retenido en el tamiz N° 200 (74 μ m), como se indica en la Norma Técnica Peruana 400.011.

Agregado Grueso (N.T.P. 400.037): Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) y proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la N.T.P. 400.037.

Módulo de Finura: Índice aproximado que representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena; se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100. Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia; además la norma establece que la arena debe tener un Módulo de Finura no menor de 2.35 ni mayor que 3.15 (Ari, 2002).

Superficie Específica: Suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado fino por unidad de peso; en su determinación se consideran dos supuestos: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

Material más fino que la malla N° 200: Material constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con la arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla; en consecuencia, el ensayo permite determinar, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado pétreo.

Módulo de Elasticidad Estático (Norma ASTM C 469-94): relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de

proporcionalidad del concreto. Capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. Se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales.

Diseño de Mezcla: Proceso de selección más adecuado, conveniente y económico de sus componentes como son: agua, cemento, agregados (fino y grueso) y aditivos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado fresco tenga trabajabilidad y consistencia adecuada, además en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador. Se basa en la relación arena / piedra y agua/cemento; siendo necesario contar con información de las propiedades de los agregados fino y grueso siguientes: granulometría, peso específico, contenido de humedad, porcentaje de absorción, peso unitario suelto, peso unitario compactado, módulo de finura, tamaño nominal máximo (del agregado grueso).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

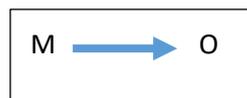
3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se realizó es descriptivo, por lo que se efectuó el estudio preliminar de las propiedades de la muestra de arena tal y como se encuentran en la cantera; y luego se efectuó el diseño de concreto correspondiente al valor que se muestra:

- $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

3.2. Diseño de Investigación

Esquema:



Donde:

M: Muestra

O: Observaciones

Realizar la observación a cada variable en forma independiente y describirlas (medir cada variable independientemente).

3.3. Población y Muestra.

3.3.1. Población

Arena cuarzosa blanca natural de la cantera “La Chacrita” Santa Clara, para su uso en elaboración de concreto cemento- arena.

3.3.2. Muestra

La muestra está conformada por un metro cúbico de arena cuarzosa blanca natural de la cantera de zona inundable del río nanay, cantera Santa Clara, denominada comúnmente como “La Chacrita”, para su uso en elaboración de concreto cemento – arena.

3.4. Hipótesis.

H₁: H1: El concreto cemento – arena elaborada con agregado del área inundable río Nanay, cantera “Santa Clara”, distrito de San Juan Bautista, Iquitos, arroja valores de resistencia a la compresión de 175 kg/cm², que permiten su uso.

3.5. Variables.

3.5.1. Identificación de variables.

- **Variable independiente X:**

X₁: Características de agregados.

- **Variable dependiente Y:**

Y₁: Comportamiento del concreto

3.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.

Tabla 2. Definición conceptual de las variables

Variable	Definición conceptual
X ₁ : Características de agregados.	Forma y textura, gradación, absorción, mineralogía, resistencia y módulo de elasticidad, tamaño máximo, gravedad específica, resistencia al ataque de sulfatos y dureza («NTP400 - Norma Técnica Peruana (Granulometría de los agregados) - StuDocu», 2018).
Y ₁ : Comportamiento del concreto	Resistencia a la compresión y a la tracción. (NTP 339.034).

Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.

3.5.3. Operacionalización de variables.

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variabes	Indicador	Índice
X₁: Características de agregados.	Granulometría	M.F
	Peso unitario suelto del agregado	(Kg/m ³)
	Peso unitario compactado del agregado	(Kg/m ³)
	Gravedad específica y absorción del agregado	%
Y₁: Comportamiento del concreto	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia del autor (2021).

3.6. Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos.

3.6.1. Técnicas de Recolección de Datos.

En este apartado se usó el método de recolección de datos primarios, esto porque los datos se tomaron de primera fuente en el lugar de origen, es decir, las medidas de la cantera y las muestras, obteniendo información auténtica y precisa ver:

3.6.2. Instrumentos de Recolección de datos.

El instrumento de recolección de datos fue la observación, porque se observaron las muestras y ensayos de forma in situ en campo y laboratorio respectivamente en cada etapa.

Esta técnica fue de mucha importancia para el cumplimiento de objetivos y desarrollo del proyecto, porque se empleó tanto para la adquisición de muestras y la toma de valores de los ensayos de laboratorio.

Así mismo, se contó con formatos, en los que se registraron datos de campo y laboratorio. Estos fueron de gran apoyo para el momento del análisis, debido a que su presentación es específica para informes y medida de datos precisos y reales, los mismos que fueron útiles en la lectura de valores para la redacción final del informe.

3.6.3. Procedimientos de Recolección de Datos.

El procedimiento de recolección de datos se desarrolló en dos procesos.

El primero fue para la recolección de datos, en la que previamente se hizo una visita de campo, con la finalidad de verificar el área de estudio. Así mismo se recogieron muestras de agregado fino de la zona inundable del río Nanay, las mismas que se colocaron en costales, esto a razón de tener agregado suficiente para la elaboración de las muestras.

Consecutivamente se realizó el trabajo de georreferenciación de cantera, para calcular el volumen.

En este sentido se puede decir que inicialmente se implementó la investigación con los insumos e instrumentos adecuados. Los insumos (cemento Portland Tipo IPM,) y elementos necesarios, desde el recojo de la muestra en la Cantera Santa Clara denominada por la población como “La Chacrita”, debido a sus antecedentes y ubicación, hasta el traslado de la muestra al laboratorio.

En la segunda etapa del proyecto, se realizaron los ensayos de laboratorio correspondientes al tipo de estudio., estos fueron:

- Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
- Peso Unitario suelto del agregado fino

- Peso Unitario Compactado del agregado fino
- Gravedad específica y absorción del agregado fino
- Diseño de mezcla de concreto 175kg/cm²
- Ensayo a la Compresión a los 7 días
- Ensayo a la Compresión a los 28 días

Y finalmente se describen las fuentes de agua, los valores obtenidos de todos los ensayos se pueden observar en el capítulo IV: Resultados.

Los formatos para llenado de datos fueron entregados por el laboratorio donde se realizaron los ensayos.

Así mismo, para el procesamiento de la información, se usaron programas básicos de Microsoft Office. Esto según utilidad (Word, Excel). El análisis de la información se realizó después de obtener todos los resultados de los ensayos.

La redacción del informe se realizó culminado todos los ensayos.

3.7. Procesamiento y análisis de datos. El procesamiento de los datos se puede realizar en forma manual y computarizada sobre el plan de tabulación.

- El procesamiento de la información se realizó de forma mecánica/computarizada.
- Para la recopilación inicial de información se usaron los paquetes básicos de escritorio de Microsoft, (Word, Excel, PPT, Etc.), para el desarrollo regular de digitación de información.
- Para obtener los valores de las muestras y diseño de mezcla se realizaron los ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA. Para el procesamiento y análisis de la información se usó el paquete de Microsoft, EXCEL, y Word, para elaboración de informes, y adjunto de información competente al proyecto. Así mismo, para el dibujo de la poligonal, ver **Figura 4** se usó el programa de AutoCAD.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

3.8. Ubicación del proyecto

El proyecto está ubicado en la zona inundable del río Nanay, cantera Santa Clara “La Chacrita”, Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto.

Figura 1. Ubicación departamental del proyecto



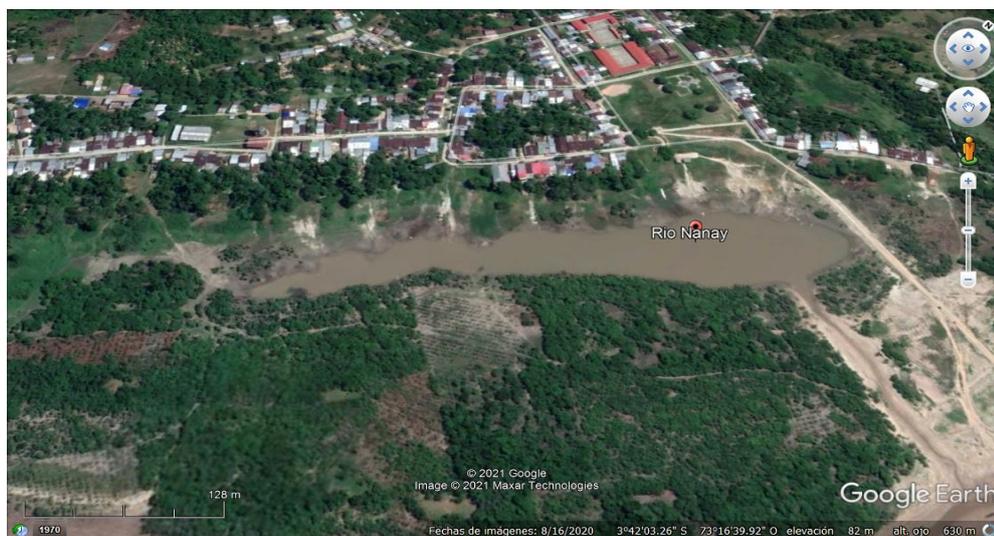
Fuente: web oficial Gobierno Regional de Loreto/ mapas.

Figura 2. Ubicación provincial del proyecto



Fuente: web oficial Gobierno Regional de Loreto/ mapas.

Figura 3. Imagen Satelital del lugar del proyecto



Fuente: Imagen satelital/Google Earth.

3.9. Coordenadas de áreas de extracción

Cantera SANTA CLARA “LA CHACRITA”

Ubicación : Carretera Santa Clara.

Referencia : Río Nanay, ingreso por la carretera Santa Clara

Lado : Izquierdo

Acceso : Aprox. 22.2km desde el eje de la plaza 28 de Iquitos.

Tipo de Material: Se hizo una prospección en el talud de 6.00m de profundidad, en la cual el material encontrado corresponde a una arena de color blanquecino A-3 (0), no presenta plasticidad.

Tabla 4. Coordenadas de zona de extracción

COORDENADAS DE ÁREAS DE EXTRACCIÓN		
VÉRTICES	ESTE	NORTE
PUNTO 1	688694.0000	9587240.0000
PUNTO 2	688709.0000	9587207.0000
PUNTO 3	688638.0000	9587195.0000
PUNTO 4	688585.0000	9587230.0000
PUNTO 5	688630.0000	9587268.0000

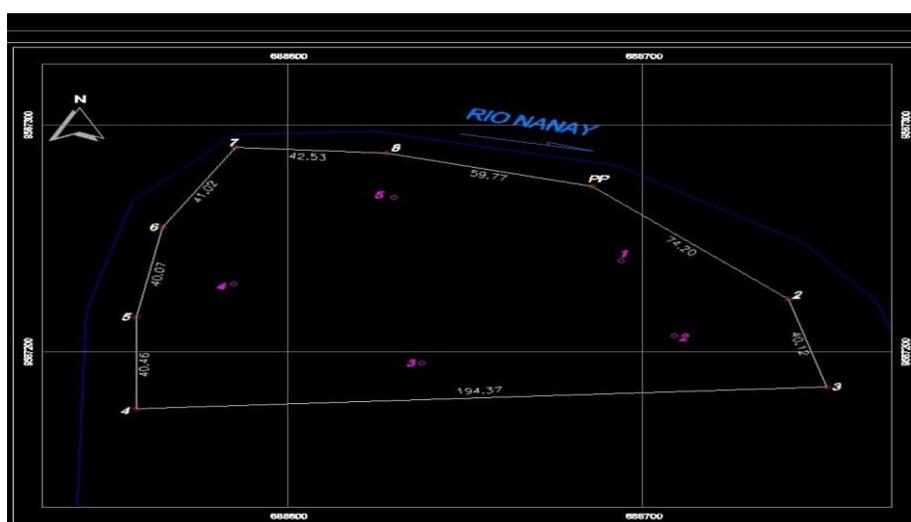
Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.

Tabla 5. Datos técnicos del polígono

CUADRO DE DATOS TÉCNICOS DEL POLÍGONO					
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
PP	PP-2	74.20	62°21'59"	688685.9260	9587272.8508
2	2-3	40.12	57°20'45"	688741.1192	9587223.2527
3	3-4	194.37	347°28'20"	688751.7757	9587184.5707
4	4-5	40.46	357°18'9"	688557.6497	9587174.8231
5	5-6	40.07	79°6'40"	688557.5247	9587215.2785
6	6-7	41.02	70°35'23"	688564.9723	9587254.6498
7	7-8	42.53	26°44'27"	688585.5589	9587290.1321
8	8-9	59.77	79°4'16"	688628.0120	9587287.6239
PERÍMETRO DEL TERRENO:			ÁREA DEL TERRENO: 01 HAS. 6,806.49m ²		
532.54m ²					

Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.

Figura 4. Poligonal del área de estudio



Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.

3.10. Vías de acceso

El acceso al sector de la intervención, considerando como punto de partida la Plaza 28 de la ciudad de Iquitos, es a través de la siguiente ruta:

Tabla 6. Vías de acceso del proyecto

RUTA	MEDIO DE TRANSPORTE	TIPO VIA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (HH:MM:SS)
IQUITOS (desde la plaza 28) – SANTA CLARA - NANAY	MOVILIDAD LOCAL MOTOCARRO/MOTO	TERRESTRE	22.5 Km aprox.	30 min
IQUITOS – SANTA CLARA – NANAY	RÁPIDO	VÍA FLUVIAL	17 Km aprox.	25 min

Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.

3.11. Aspectos físicos de la zona

3.11.1. Clima y Geología

ASPECTO CLIMÁTICO

En la ciudad de Iquitos, generalmente el clima es muy cálido y excesivamente lluvioso, lo que le da el aspecto tropical.

La media anual de temperatura máxima y mínima (periodo 1950-1991) es 31.4°C y 21.8°C, respectivamente. La precipitación media acumulada anual para el periodo 1950-1991 es 2773.1 mm (Weather Spark 2021).

Según (Senhami 2020), el mes en que se eleva la temperatura, es octubre (32.9°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (21.3°C); lo mismo sucede con la intensidad de las lluvias, que se puede percibir que es mayor en el mes de abril (304.72 mm/mes).

Bosque Humedo-Tropical (bh-T)

La biotemperatura media anual máxima es de 25.7 °C, y la media anual mínima es de 23.2 °C , el promedio máximo de precipitación total por año es de 3,149.5 mm. Y el promedio mínimo, de 1916 mm- Esta zona de vida, según el diagrama bioclimático de Holdridge, tiene una evapotranspiración potencial total por año variable entre la mitad (0.5) e igual (1.00) al promedio total por año, lo que ubica a esta zona de vida en el distrito de Humedad: HUMEDO.

Régimen Térmico

La oscilación media anual está comprendida entre 25 y 27 grados centígrados, siendo la media multianual de 26 grados centígrados.

Las temperaturas extremas varían de 32.0 a 34.0 grados centígrados las máximas y de 20.0 a 22.0 las mínimas.

Normalmente no se observan disminuciones bruscas de temperaturas (mayores de 5 grados) ni heladas, aun cuando es frecuente que en los meses de Junio y Julio se presentan ocasionalmente olas de frío que marcan contraste con las temperaturas promedio, pudiendo disminuir las temperaturas hasta los 16.0 grados centígrados.

Vientos en superficie

Los vientos prevalecientes en nuestra Amazonía son del noreste (NE), con excepción en los meses de Mayo a Agosto, en que predominan los vientos del sur (S) y sureste (SE).

La intensidad de los vientos es generalmente ligera, excediendo muy rara vez los 10 nudos, sin embargo debe puntualizarse que previo a las precipitaciones pluviales o tormentas suelen producirse vientos racheados que alcanzan en ciertos casos altas velocidades.

Régimen de precipitaciones

La precipitación pluvial para la mayor parte de la Selva Alta y Selva Baja se establece entre los 1,500 y 3,000 mm/año.

Los períodos de mayores precipitaciones corresponden a los meses de Octubre a Marzo, las menores en los meses de Junio, Julio y Agosto.

Radiación solar y evaporación

La radiación solar tiene un promedio diario que fluctúa entre 280 y 450 cal/s/cm².

La evaporación resultante es del orden de los 700 a 1,400 mm/año, con un promedio de 1,000 mm/año.

Unidades Geográficas

La ciudad de Iquitos, comprende una gran unidad hidrográfica, determinada en gran parte por la cuenca del río Amazonas y sus afluentes como el río Nanay y el río Itaya.

ASPECTO FISIAGRÁFICO

Montaña (MO)

Podemos observar que Iquitos tiene unidades fisiográficas que se caracterizan por presentar elevaciones de pequeña magnitud y no resaltan relieves pronunciados el cual se encuentra estrechamente ligada a la litografía y a la estructura geológica del área estando formado por substratos geológicos del cretáceo asociado con intrusiones del terciario.

ASPECTOS DE HIDROGRÁFICO

Cuenca del río Nanay

El río Nanay se forma de la confluencia de los ríos Agua Negra y Agua Blanca y desemboca en el río Amazonas por la margen izquierda.

Tiene una longitud aproximada de 251 millas hasta puerto Stiglich y su ancho máximo en la desembocadura llega a los 100 metros aproximadamente. Sus aguas son oscuras y la velocidad media de la corriente es de 2 nudos.

ASPECTOS AMBIENTALES.

Dentro de la zona de la selva encontramos temperaturas medias anuales superiores a 28 °C, máximas absolutas siempre mayores a 36 °C, exceptuando la estación de la zona donde se realizará el proyecto en donde la máxima absoluta asciende a 35 °C, debido a las brisas fluviales que soplan del río Amazonas, además las mínimas absolutas en la Selva Baja están comprendidas entre 22 y 25 °C.

Las precipitaciones anuales son siempre superiores a los 1916 mm, pero sin pasar los 4000 mm, existen meses en los que las precipitaciones son inferiores a 100 mm, las que se dan dentro de los meses de Abril y Junio.

ASPECTOS TOPOGRÁFICOS

- Reconocimiento del terreno

En las diversas visitas efectuadas al área de trabajo, se pudo observar que se trata de una zona de topografía plana, con desniveles; algunos hundimientos a causa de las aguas del río nanay, el agua cubre las partes hundidas a causa de las fuertes corrientes, características propias de una cantera aluvial.

Se alternan las riberas altas con las riberas bajas, siendo la mayor parte de ellas inundables en creciente; su lecho es de fango inicial y aproximadamente a unos 30cm encontramos arena, no se aprecian islas en todo el curso.

- Levantamiento topográfico

Los trabajos topográficos estuvieron dirigidos a obtener la planimetría y altimetría de la zona del proyecto; por lo que en el proyecto se está presentando un informe topográfico; donde se presentan los resultados de los estudios de topografía y trazo, efectuados a lo largo de la cantera situada en la ribera del río Nanay.

3.12. Características de los materiales

3.12.1. Cemento

El cemento utilizado para los ensayos es: CEMENTO ANDINO TIPO IPM / PÓRTLAND TIPO IPM.

En el anteproyecto se planteó usar el cemento tipo Sol, sin embargo por las circunstancias actuales por el SARS COVID-19, y debido a la demanda se optó por el cemento Andino.

Presentación:

Este cemento viene en una bolsa de 42.5 kg (4 pliegos - 3 de papel + 1 film plástico) y a granel, se puede despachar en grandes cantidades en camiones bombonas.

Tiene las siguientes Características, según su clasificación:

- Cemento Pórtland Puzolánico tipo I (PM)
- Cumple con la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.090 y la Norma Técnica Americana C - 595.
- Contiene no más del 20% de puzolana en la masa de cemento, en promedio.

3.12.2. Agregado Fino

Con el fin de conocer las características del agregado fino, se realizaron ensayos básicos con la finalidad de efectuar los diseños de mezcla.

El agregado fino corresponde a arena de color blanco proveniente de la cantera Santa Clara, ubicada a 22.5 km desde la plaza 28 de Iquitos.

ENSAYO DE LABORATORIO:

Tabla 7. Ensayos de Laboratorio de agregado fino

Prospecciones Efectuadas	Prof./ Altura (m)	Muestra	W (%)	N°4	N°200	L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)	SUCS	AASHTO
PG - 01	3.50	M - 1	3.40	100.00	6.26	---	NP	NP	SP - SM	A-3(0)

Fuente: Laboratorio ALOA FÉNIX INGENIERÍA Y GEOTECNIA, Mecánica de Suelos, Concretos, 2021.

- **Volumen:** Se estima en 40,000.00 m³.
- **Usos:** Se podrá emplear en la conformación de capa de sub base. Asimismo, se puede realizar mezclas con material de otras canteras para formar material de base granular.
- **Explotación:** La explotación se realizará empleando cargador frontal y volquetes.
- **Estudio Geológico:** Arena cuarzosa fina, con presencia de Sulfuros diseminados menor 1%, no efervece al verter Ácido Clorhídrico.
- **Observaciones:** La cantera se presenta como una planicie en cuyo perímetro se presentan montículos para el corte y vegetación existente (árboles).
- **Recomendaciones:** Se recomienda explotar la cantera por debajo del nivel de la superficie.

Tabla 8. Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino



ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS



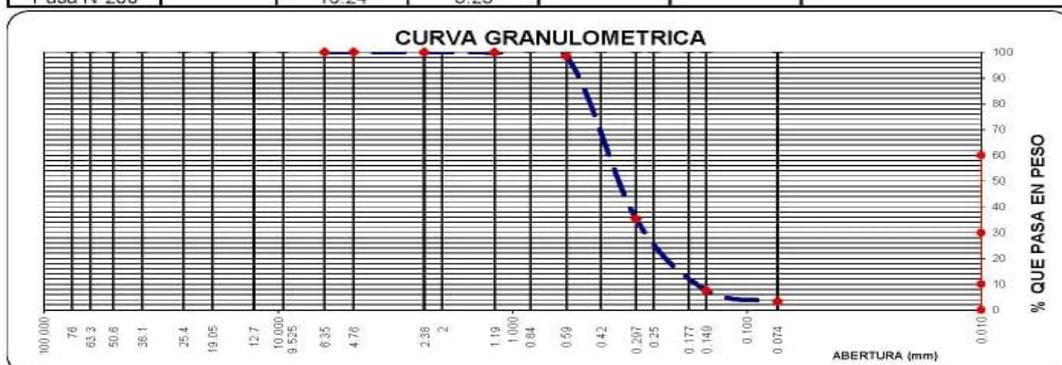
Dirección: Calle los Pinos lote N° 3-Pampachica-Iquitos Telefonos: 065-266545 / 965931093.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136

DATOS DE CAMPO

Cantera : "La chacrita"
 Ubicación : Carretera Iquitos - Santa Clara
 Fecha de ensayc : 01/04/2021

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido			OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado	Pasa	
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					L. Líquido : N.P.
2"	50.800					L. Plástico : N.P.
1 1/2"	38.100					I. Plástico : N.P.
1"	25.400					Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					Peso de Muestra en Gr.
N°04	4.760				100.00	Muestra Seca : 500.00
N°08	2.380	0.28	0.06	0.06	99.94	Muestra Lavada: 483.76
N°16	1.190	0.25	0.05	0.11	99.89	
N°30	0.590	7.20	1.44	1.55	98.45	
N°50	0.297	315.43	63.09	64.63	35.37	MF : 1.59
N°100	0.149	138.60	27.72	92.35	7.65	
N°200	0.074	22.00	4.40	96.75	3.25	
Pasa N°200		16.24	3.25			



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena blanca de partículas finas, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color blanca, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 3.25%.
 El módulo de finesa del agregado es 1.59.

Responsable del Ensayo
 Juan Tenorio Chung

Luis Alberto Adriansón Acevedo
 Ingeniero Civil
 CIP N° 48157

Tabla 9. Peso Unitario suelto del agregado fino



ALO A FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS



Dirección: Calle los Pinos lote N° 3-Pampachica-Iquitos Teléfonos: 065-266545 / 965931093.

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO
 ASTM C - 29**

DATOS DE CAMPO

Cantera : "La chacrita"
 Ubicación : Carretera Iquitos - Santa Clara
 Fecha de ensayo : 01/04/2021

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	9179	9169	9172
PESO DE MOLDE (gr.)	6179	6179	6179
PESO DE MUESTRA	3000	2990	2993
VOLUMEN DE MOLDE	2123	2123	2123
PESO UNITARIO	1.413	1.408	1.410
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,410		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena blanca de partículas finas, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1410 Kg/m³.


 Responsable del Ensayo
 Juan Tenorio Chung


 Luis Alberto Adrianzán Acevedo
 Ingeniero Civil
 CIP N° 48157

Tabla 10. Peso Unitario Compactado del agregado fino



ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS



Dirección: Calle los Pinos lote N° 3-Pampachica-Iquitos Telefonos: 065-266545 / 965931093.

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO
 ASTM C - 29**

DATOS DE CAMPO

Cantera : "La chacrita"
 Ubicación : Carretera Iquitos - Santa Clara
 Fecha de ensayc : 01/04/2021

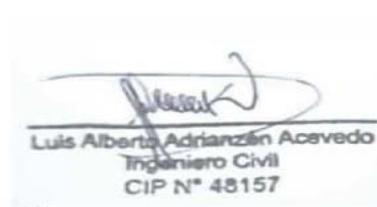
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	9465	9470	9468
PESO DE MOLDE (gr.)	6179	6179	6179
PESO DE MUESTRA	3286	3291	3289
VOLUMEN DE MOLDE	2123	2123	2123
PESO UNITARIO	1.548	1.550	1.549
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,549		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena blanca de partículas finas, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1549 Kg/m3.


 Responsable del Ensayo
 Juan Tenorio Chung


 Luis Alberto Adrianzen Acevedo
 Ingeniero Civil
 CIP N° 48157

Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.

Tabla 11. Gravedad específica y absorción del agregado fino



ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS



Dirección: Calle los Pinos lote N° 3-Pampachica-Iquitos Telefonos: 065-266545 / 965931093.

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO
 ASTM C - 128**

DATOS DE CAMPO

Cantera : "La chacrita"
 Ubicación : Carretera Iquitos - Santa Clara
 Fecha de ensayo : 01/04/2021

Agregado Fino

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	372.48	358.98	383.90	
B	Peso Frasco + H2O	648.82	656.90	640.55	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	1021.30	1015.88	1024.45	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	880.80	881.10	879.80	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	140.50	134.78	144.65	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	370.44	356.80	381.70	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	138.46	132.60	142.45	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.637	2.647	2.639	
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.651	2.663	2.654	
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.675	2.691	2.680	2.64
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.55	0.61	0.58	0.58

ESPECIFICACIONES : El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena blanca de partículas finas, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.64 gr/cc.
 El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.58%.


 Responsable del Ensayo
 Juan Teñorio Chung


 Luis Alberto Adrianzon Acevedo
 Ingeniero Civil
 CIP N° 48157

3.12.3. Diseño de Concreto

Tabla 12. Diseño de mezcla de concreto 175kg/cm²



ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS



Dirección: Calle los Pinos lote N° 3-Pampachica-Iquitos Telefonos: 065-266545 / 965931093.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA

Resistencia Específica : F_c : 175 kg/cm²
F_{cr} : 175 + 70 kg/cm²

DATO DE CAMPO

Cantera : "La chacrita"
Ubicación : Carretera Iquitos - Santa Clara

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo : **ANDINO TIPO IPM**
Peso Específico : 3,00 gr/cc
Peso Unitario : 1500 kg/m³

2. AGREGADO FINO

ARENA DE COLOR BLANCA

Peso Específico : 2,64 gr/cc
Porcentaje de Absorción : 0,58 %
Peso Unitario Suelto : 1,410 Kg/m³
Peso Unitario Compactado : 1,549 Kg/m³
Modulo de Fineza : 1,59
Humedad para Diseño : 3,07 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Asentamiento Slump : 3" - 4"
Estimación de Agua : 285 Lts/m³
Relacion Agua/Cemento (A/C) : 0,69
Factor Cemento : **C=A/Rac** 285.00 / 0.69 = 413 = 9.72 Bls./m³
Contenido de Aire Atrapado : 8.50 %

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento : 413 / 3000 = 0.138 m³
Agua : 285.00 / 1000 = 0.285 m³
Aire Atrapado : 8.50 / 100 = 0.085 m³
0.508 m³
Volumen Absoluto de los agregados : 1.000 - 0.508 = 0.492 m³
Peso del Agregado Fino : 0.492 x 2640 = 1298.9 m³

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento : 413.0 Kg/m³
Agua : 285.0 Lts/m³
Agregado Fino : 1298.9 Kg/m³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino : 1298.90 x 1.0307 = 1338.78 Kg/m³
Humedad Superficial A. Fino : 3.07 - 0.58 = 2.49 %
Aporte de Humedad A. Fino : 1298.90 x 0.025 = 32.34 Lts.
Agua Efectiva de Diseño : 285.00 - 32.34 = 252.7 Lts.



7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento : 413.00 Kg/m³
 Agua : 252.70 Lts/m³
 Agregado Fino : 1338.78 Kg/m³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento : 413.00 / 413.00 = 1.00
 Agregado Fino : 1338.78 / 413.00 = 3.24
 Agua : 0.61 x 42.50 = 25.93 Lts/m³

DOSIFICACION EN PESO :

C	AF	Agua
1	3.24	25.93

 Lts/m³

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1453.29 Kg/m³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN :

C	AF	Agua
1	3.32	25.93

 Lts/m³

10. DOSIFICACION POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento : 42.5 Kg
 Agregado Fino : 137.7 Kg
 Agua Efectiva : 25.9 lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color blanca, traslada al laboratorio por el solicitante. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

RECOMENDACIONES : Se recomienda verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.

Responsable del Ensayo
 Juan Tenorio Chung

Luis Alberto Adrián Acevedo
 Ingeniero Civil
 CIP N° 48157

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**
CEMENTO - ARENA

f _c DE DISEÑO	:	175	Kg/cm ²		
ASENTAMIENTO	:	3" - 4"			
MARCA Y TIPO DE CEMENTO	:	ANDINO TIPO IPM			
FACTOR CEMENTO	:	9.72	Bolsas/m ³		
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.69			
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.61			
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	: 3.24 / 25.93	Lt/Bolsa	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	: 3.32 / 25.93	Lt/Bolsa	

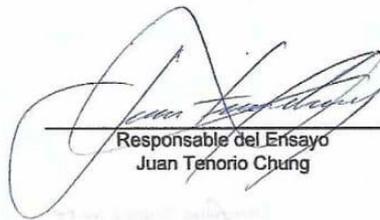
CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO

CEMENTO	:	413.0	Kg
AGREGADO FINO	:	1298.9	Kg
AGUA	:	285.0	Lts.
TOTAL DE MATERIAL		1,996.9	Kg

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI, seguida de las experiencias registradas en el Laboratorio.

RECOMENDACIONES:

- El Diseño fue realizado con el contenido de humedad del agregado fino en el laboratorio.
- Se debe verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplearlo en la mezcla, a fin de efectuar las correcciones por humedad.
- La cantidad de material por metro cúbico considera al agregado en condición seca.
- Los valores obtenidos corresponden solo para el tipo de agregado y cemento empleados para el presente diseño.
- La arena fue traída al laboratorio por el peticionario, el laboratorio solo se responsabiliza por los ensayos



Responsable del Ensayo
Juan Tenorio Chung



Luis Alberto Adrianzán Acavedo
Ingeniero Civil
CIP N° 48157

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA
CEMENTO - ARENA

CEMENTO

Peso específico : 3.00 Kg/m³

AGREGADO FINO

Cantera : "La chacrita"
 Ubicación : Carretera Iquitos - Santa Clara

Color : blanca
 Peso específico : 2.64 gr/cc.
 Peso Unitario Suelto : 1,410 Kg/m³
 Peso Unitario Compactado : 1,549 Kg/m³
 Absorción : 0.58 %
 Humedad : 3.07 %
 Módulo de Fineza : 1.59
 Clasificación SUCS : SP
 Clasificación AASHTO : A-3 (0)

Mallas	Peso Retenido	% Retenido		% Pasa
		Parcial	Acum.	
N°04	0.00	0.00	0.00	100.00
N°08	0.28	0.06	0.06	99.94
N°16	0.25	0.05	0.11	99.89
N°30	7.20	1.44	1.55	98.45
N°50	315.43	63.09	64.63	35.37
N°100	138.60	27.72	92.35	7.65
N°200	22.00	4.40	96.75	3.25
Pasa N°200	16.24	3.25		

Responsable del Ensayo
 Juan Tenorio Chung

Luis Alberto Adriansén Acevedo
 Ingeniero Civil
 CIP N° 48157

3.12.4. Ensayo a la Compresión a los 7 días



ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS

Dirección: Calle los Pinos lote N° 3-Pampachica-Iquitos Teléfonos: 065-266545 / 965931093.



ENSAYO DE COMPRESIÓN

ASTM C - 39

f'c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	PROBETA DE DISEÑO CON ARENA BLANCA CANTERA LA CHACRITA - CARRETERA IQUITOS/SANTA CLARA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I	02/04/2021	09/04/2021	7	10.00	108.0	11,013	79	139	140
2	PROBETA DE DISEÑO CON ARENA BLANCA CANTERA LA CHACRITA - CARRETERA IQUITOS/SANTA CLARA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I	02/04/2021	09/04/2021	7	9.95	110.2	11,237	78	144	
3	PROBETA DE DISEÑO CON ARENA BLANCA CANTERA LA CHACRITA - CARRETERA IQUITOS/SANTA CLARA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I	02/04/2021	09/04/2021	7	10.00	106	10,850	79	137	

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES :
 - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
 - Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio y por personal técnico.
 - El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresión de f_c = 140 Kg/cm².


 Responsable del Ensayo
 Juan Tenorio Chung


 Luis Alberto Adriansén Acevedo
 Ingeniero Civil
 CIP N° 48157

3.12.5. Ensayo a la Compresión a los 28 días



ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS

Dirección: Calle los Pinos lote N° 3-Pampachica-Iquitos Telefonos: 065-266545 / 965931093.



ENSAYO DE COMPRESIÓN

ASTM C - 39

f'c de Diseño : 175 Kg/cm2

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	PROBETA DE DISEÑO CON ARENA BLANCA CANTERA LA CHACRITA - CARRETERA IQUITOS/SANTA CLARA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I	02/04/2021	30/04/2021	28	9.95	154.2	15,724	78	202	200
2	PROBETA DE DISEÑO CON ARENA BLANCA CANTERA LA CHACRITA - CARRETERA IQUITOS/SANTA CLARA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I	02/04/2021	30/04/2021	28	9.95	149.6	15,255	78	196	
3	PROBETA DE DISEÑO CON ARENA BLANCA CANTERA LA CHACRITA - CARRETERA IQUITOS/SANTA CLARA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I	02/04/2021	30/04/2021	28	9.90	151	15,439	77	201	

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES :
 - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
 - Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio y por personal técnico.
 - El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresión de f'c = 200 Kg/cm2.

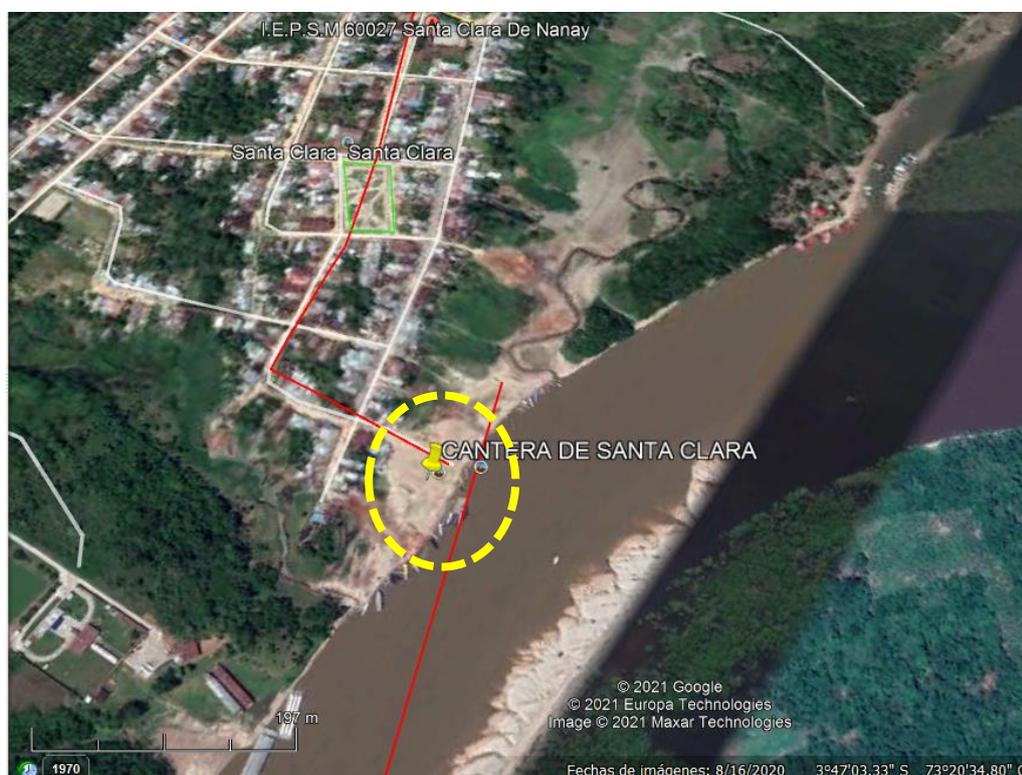

 Responsable del Ensayo
 Juan Teñono Chung


 Luis Alberto Adrianzán Acosvedo
 Ingeniero Civil
 CIP N° 48157

3.12.6. Fuentes de agua

Teniendo en cuenta que el agua es importante para el proceso constructivo, como la conformación de terraplenes, sub-bases, mezclas de concreto y otros, las fuentes de aguas se han ubicado a la proximidad del diseño de las muestras, teniendo en cuenta el diseño de mezcla y/o accesos empleados actualmente. Sin embargo durante el proceso se podrá elegir fuentes de agua de laboratorio y/o abrir otros accesos que permita una menor distancia de transporte o elección de un mejor lugar de toma que asegure la pureza del agua. Esta última referencia se menciona con la finalidad de diseñar las muestras con aquellas fuentes que no se mezclan con aguas servidas que puedan contaminar las aguas a emplear.

Figura 5. Imagen satelital donde se aprecia la coloración del agregado fino de la zona de estudio



Fuente: Google Earth/ Elaboración del autor, 2021.

CAPÍTULO V

DISCUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos en la investigación “Diseño de concreto cemento – arena, elaborado con agregado del área inundable del río Nanay, cantera “Santa Clara”, distrito de San Juan Bautista, Iquitos, 2021” se obtuvo significativas diferencias que permiten conocer las características de las arenas, según el río que las transporta, con módulos de fineza no tan similares, los mismos que se pueden evidenciar en proyectos que se ejecutan en la región, así mismo se recalca que usaron arena de zona inundable o aluvial, como material para el diseño de mezclas de concreto cemento – arena. Se muestran los casos de los siguientes proyectos:

- Proyecto: "Mejoramiento del camino vecinal San Pablo – Quebrada Morona, distrito de San Pablo - provincia de Mariscal Ramón Castilla - departamento de Loreto" (2019), que para su estudio de diseño de mezcla utilizó material de zona inundable proveniente del río Amazonas, la misma que determinó que corresponde arenas mal graduada de color blanco ,humedad y suelta; cantidad reducida a partículas finas, con SP A-3 (0) y M.F de 1.40, no muy lejos del módulo de fineza que se presenta en este proyecto de investigación que alcanza un 1.59. El diseño de la mezcla resulta de la siguiente proporción.

Cemento	=	42.50 Kg/Bolsa
Agua Efectiva	=	22.95 Lt./bolsa
Arena	=	149.47 Kg/Bolsa

- Sin embargo se observa un porcentaje menor con el proyecto “Mejoramiento del módulo básico de salud de la comunidad nativa Saramurillo - distrito de Urarinas - provincia de Loreto – departamento de Loreto”, en la cual se realizó también un diseño

de mezclas para la construcción de módulos con mortero de resistencia de 175kg/cm², con cemento andino tipo I. Entre los principales materiales se encontró arena de playa proveniente del río Marañón, SP-SM A-3 (0) y M.F=1.34, en la que la dosificación del concreto cemento – arena sería de la siguiente proporción:

Cemento	=	42.50 Kg/Bolsa
Agua Efectiva	=	21.25 Lt./bolsa
Arena	=	101.28 Kg/Bolsa

Por otro lado se observa un contraste con resultados de estudios similares realizados en canteras de la ciudad de Iquitos, como el caso del estudio de mezcla del proyecto:

- “Mejoramiento de la calle 04 de Setiembre, Calle Urarinas, Pasaje Secoya Y Adyacentes Al Ámbito de Su Influencia – Distrito de Iquitos - Provincia de Maynas – Loreto”, que presenta, arena limosa mal graduada, de color blanca, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP-SM - A-3 (0).M.F 1.3 de la cantera “San Jurjo”, ubicado en la Carretera Iquitos - Nauta km. 13+500. Lado Derecho. Con dosificación:

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	122.8 Kg
Agua Efectiva	:	22.1 lts.

CAPÍTULO VI

6.1. CONCLUSIONES

- La arena de la cantera en zona inundable de la cantera “Santa Clara” – río Nanay, presenta características y comportamiento del concreto, arrojan valores de resistencia a la compresión de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que se recomienda su uso como elemento estructural en la construcción.
- El color del agregado de la cantera en zona inundable de Santa Clara – río Nanay corresponde a arena blanca.
- Presenta un Módulo de fineza de 1.59, clasificada como SP - A-3 (0).
- Del ensayo de laboratorio de la muestra tomada de la cantera en zona inundable de Santa Clara – río Nanay, se concluye que las humedades se encuentran bajas, sin embargo se experimenta que esta humedad puede ser variable de acuerdo a las precipitaciones que se presenten en la zona. Los suelos no presentan plasticidad.
- Se recomienda verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplear en la mezcla de concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. **Ari Queque, Ismael.** *“Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland tipo I”*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2002.
2. **Sánchez Zárate, Kemmer Emely.** *la influencia del uso de aditivo superplastificante en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para $f'c= 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$* . 2017.
3. **Chavez y Pinchi.** *"Produccion Industrial de agregados y concreto en la ciudad de tarapoto"*, Tesis de Maestria dirigida por Ms. Ing. Ana Torre Carillo, Maestria en Tecnologia de la Construcción. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.
4. **Benites Espinoza, Cindy Mabel.** *Concreto (hormigón) con cemento Pórtland Puzolánico tipo IP Atlas de resistencias tempranas con la tecnología SIKA Viscocrete 20HE*. Lima- Perú : Tesis, 2011.
5. **Barba, Christian y García, Victor.** *“Estudio exploratorio en diseño de mezclas del concreto cemento -arena liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018”*. Iquitos : Universidad Científica del Perú, 2018.
6. **NORMA TÉCNICA NTP 400.012 PERUANA.** *"AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global"*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO . Lima. Perú. : s.n., 2001. Norma Técnica .

7. **ARI, ismael.** *Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland Tipo I.* Lima : s.n., 2002.
8. **BAZÁN, enrique y MELI, roberto.** *Diseño Sísmico de edificios.* México : Limusa, 2001.
9. **CAMACHO, mayra.** *"Análisis de las características mecánicas del concreto convencional usando agregado global del río Bado Huamachuco-La Libertad y aditivo chema 3".* Trujillo : s.n., 2017.
10. **CUEVA, ever y MUÑOZ, cesar.** *"Características del concreto en estado fresco y endurecido fabricado con agregado global del río canchan, Chillia-Pataz-La Libertad".* Trujillo : s.n., 2016.
11. **CHÁVEZ, miguel y PINCHI, eduardo.** *Producción Industrial de agregados y concreto en la ciudad de Tarapoto.* Tarapoto : s.n., 2015.
12. **GONZALES, federico.** *Manual de Supervisión de Obras de Concreto.* México : Limusa, 2002.
13. **IRIGOIN, ulises.** *Análisis de la Sostenibilidad Minera No Metálica mediante Indicadores Sintéticos. Aplicación para Explotación de Agregados Pétreos para Construcción en Loreto y San Martín, Perú. .* Loreto y San Martin : s.n., 2015.
14. **"AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global".** Lima : SENCICO, 2001.
15. **QUIMBAY, rodrigo.** *"Estimación del módulo de elasticidad del concreto y del mortero mediante TCTM".* Colombia : s.n., 2012.
16. **RIOS, eduardo.** *"Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto Hidráulico".* Lima : s.n., 2011.

17. RIVVA, enrique. *Diseño de Mezclas*. Lima : Fondo Editorial ICG, 2007.
18. TORRADO, luz y SERRANO, maría. *"Propiedades Mecánicas de los Agregados Ante Variaciones Climáticas: Reporte de caso en Bucaramanga"*. Bucaramanga : Redalyc.org, 2013.
19. NORMA TÉCNICA NTP 400.012 PERUANA. *"AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global"*. Lima : SENCICO, 2001.
20. Villablanca. *la influencia del aditivo incorporador de aire en la resistencia mecánica del hormigón*. 2006.
21. Yzquierdo. *"Influencia del aditivo Chema Estruct en la resistencia a la compresión del concreto con agregados grueso y fino con cemento Pacasmayo y cemento Inka*. 2015.
22. BENITES ESPINOZA, Cindy Mabel. *Concreto (hormigón) con cemento Pórtland Puzolánico tipo IP Atlas de resistencias tempranas con la tecnología SIKA Viscocrete 20HE*. Lima- Perú : Tesis, 2011.
23. Torres Samamé, Melissa Elizabeth. *"Red de parques y renovación del ex parque zonal: propuesta para la revaloración del espacio público, áreas verdes e infraestructura recreativa en el núcleo urbano de Chiclayo"*. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú : s.n., 2015. pág. 232, Tesis .

Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia

"DISEÑO DE CONCRETO CEMENTO – ARENA ELABORADO CON AGREGADO DEL ÁREA INUNDABLE DEL RÍO NANAY, CANTERA "SANTA CLARA", DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, IQUITOS, 2021"					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	INDEPENDIENTE	INDEPENDIENTE	
¿Cuál es el diseño de concreto cemento – arena elaborada con agregado del área inundable del río Nanay, cantera "Santa Clara", distrito de San Juan Bautista, Iquitos, 2021?	Diseñar concreto cemento – arena con agregado del área inundable río Nanay, cantera "Santa Clara", distrito de San Juan Bautista, Iquitos, 2021.	H1: El concreto cemento – arena elaborada con agregado del área inundable río Nanay, cantera "Santa Clara", distrito de San Juan Bautista, Iquitos, arroja valores de resistencia a la compresión de		Granulometría Peso unitario suelto del agregado Peso unitario compactado del agregado Gravedad específica y absorción del agregado	M.F % (Kg/m3) (Kg/m3) %
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	175 kg/cm ² , que permiten su uso.	DEPENDIENTE	DEPENDIENTE	
1. ¿Cuál es la reserva en volumen de la cantera Santa	1. Determinar la reserva en volumen de arena en área de		Y1: Comportamiento del concreto	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²

<p>Clara, distrito San Juan Bautista, para su uso en elaboración de concreto de cemento portland tipo I?</p> <p>2. ¿Cuáles son las características físicas de la arena proveniente de la cantera Santa Clara, distrito San Juan Bautista, para su uso en elaboración de concreto?</p> <p>3. ¿Cuáles son los diseños de mezcla de concreto de cemento portland tipo I obtenido con la arena de la cantera Santa Clara, distrito de San Juan Bautista?</p>	<p>inundación de río Nanay- cantera Santa Clara, distrito San Juan Bautista.</p> <p>2. Conocer las propiedades físicas de arena de la cantera Santa Clara, distrito San Juan Bautista.</p> <p>3. Realizar los diseños de mezcla de concreto de cemento portland tipo I obtenido con la arena de la cantera Santa Clara, distrito San Juan Bautista</p>				
--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.

Anexo 2. Panel fotográfico



Foto 1: Recolección de muestras



Foto 2: Muestras



Foto 3: Tratamiento de datos

Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.



Foto 3 y 4: De Izquierda a Derecha, tamizado de agregado fino

Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.

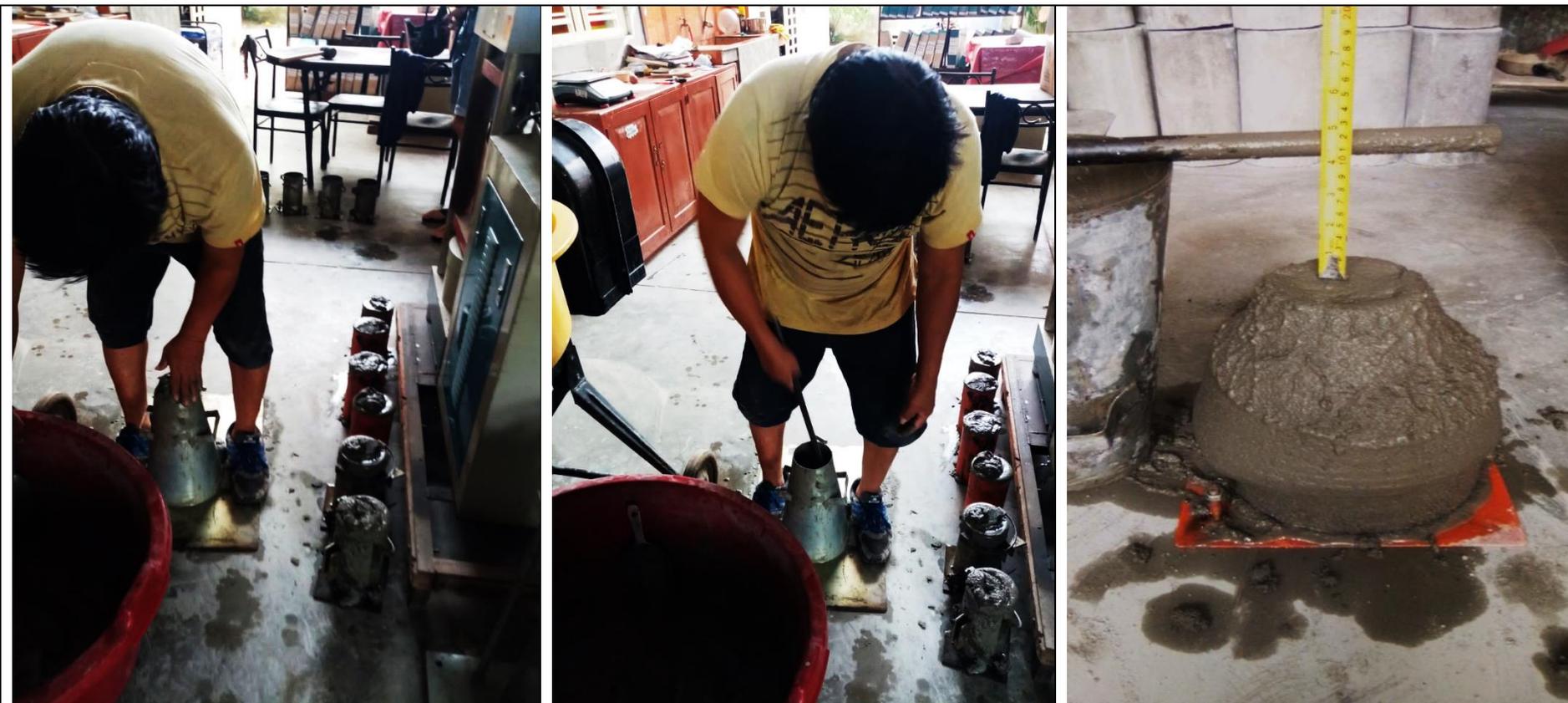


Foto 5, 6 y 7: De Izquierda a Derecha se puede observar la secuencia de la prueba de consistencia.

Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.



Foto 8: Probetas



Foto 9: Rotura de probetas, este ensayo consistió en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos.

Fuente: Elaboración propia del autor, 2021.

Anexo 3. Ficha Técnica Cemento Andino



Ficha Técnica

CEMENTO ANDINO IPM

Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo IPM.

Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Alta resistencia a la acción de agentes externos (sales y cloruros).
- Bajo calor de hidratación. Ideal para climas cálidos y fríos.
- Bajo contenido de álcalis. Buenas resistencias a los agregados álcalis reactivos.
- Buena resistencia al ataque de sulfatos.

Usos:

- Uso general, facilidad de colocación en encofrados, cimentaciones, asentamiento de ladrillos y tarrajeo.
- Para estructuras en general. Apropiado para construcciones en minas.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.090 y la Norma Técnica Americana ASTM C-595.

Formato de Distribución:

- **Bolsas de 42.5 Kg:** 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- **Granel:** A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.090 / ASTM C-595 vs. Cemento Andino IPM



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino IPM	Requisitos NTP-334.090 / ASTM C-595
Contenido de aire	%	5.04	Máximo 12
Expansión autoclave	%	-0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	451	No específica
Densidad	g/ml	3.00	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	204	Mínimo 133
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	264	Mínimo 204
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	370	Mínimo 255
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	144	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 420
Composición Química			
MgO	%	1.85	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.77	Máximo 4.0
Pérdida al fuego	%	3.85	Máximo 5.0
Residuo insoluble	%	17.57	No específica
Calor de Hidratación			
Calor de hidratación a 7 días	cal/g	62.12	Máximo 70
Resistencia a los Sulfatos			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.034	0.10 % máx. a 180 días

