

BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY

BICU



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

INGENIERÍA CIVIL

Monografía

Para optar al título de Ingeniero Civil

Análisis para determinar la calidad de los bancos de préstamo de material El
Arenal y Villanueva pertenecientes al municipio de Bluefields-RACCS

Autores:

Br. Kevin Adonis Mejía Alvarado

Br. Harby Enrique Cruz Willis

Tutor:

Ing. Alejandro Armando Obando Francis

Bluefields, RACCS

Nicaragua, Noviembre 2020

“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos”

09 de Noviembre del 2020

Sócrates Castro Jo

Director de la Escuela de Ing. Civil

BICU

Estimado Ing. Castro:

Por medio de la presente hago constar que el documento Monográfico "Análisis para determinar la calidad de los bancos de préstamo de materia del ARENAL y VILLA NUEVA pertenecientes al municipio de Bluefields — RACS, 2019-2020"., cumplió con los requerimientos necesarios para la presentación y disertación para la defensa de la misma.

Hago constar que los bachilleres: Br. Kevin Adonis Mejía Alvarado, Br. Harby Enrique Cruz Willis, mostraron gran disposición para la realización de la monografía, lo que se refleja en la calidad del trabajo presentado.

Sin más que agregar, me suscribo de usted.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alejandro Armando Obando Francis', with a large, stylized flourish above the name.

Atentamente,

Ing, Alejandro Armando Obando Francis

Tutor



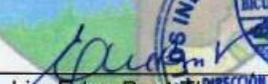
BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY

CARTA DE EGRESADO

La Suscrita Directora del Departamento de Registro Académico de la Bluefields Indian & Caribbean University (BICU), hace constar que en los expedientes académicos que esta oficina lleva a su cargo, el **Br. KEVIN ADONIS MEJIA ALVARADO** número de carnet **15-01-04-9808**, cursó y aprobó todas las asignaturas correspondiente a la carrera de Ingeniería Civil, que ofrece la Escuela de Ingeniería Civil de esta universidad, estando pendiente la aprobación de su monografía, previo a la opción del título universitario que lo acredita como **Ingeniero Civil**.

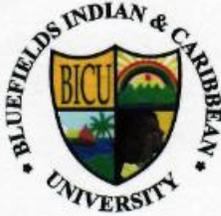
Igual hace constar que el Br. Mejía Alvarado, realizó sus estudios universitarios del año 2015 al año 2019.

A solicitud de la parte interesada, se extiende la presente Carta de Egresado en la Ciudad de Bluefields, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, a los veintiún días del mes de noviembre del año dos mil diecinueve.


Lic. Edna Benítez Thomas
Directora



Cc. Archivo



BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY

CARTA DE EGRESADO

La Suscrita Directora del Departamento de Registro Académico de la Bluefields Indian & Caribbean University (BICU), hace constar que en los expedientes académicos que esta oficina lleva a su cargo, el **Br. HARBY ENRIQUE CRUZ WILLIS**, número de carnet **07-01-08-0563**, cursó y aprobó todas las asignaturas correspondiente a la carrera de Ingeniería Civil, que ofrece la Escuela de Ingeniería Civil de esta universidad, estando pendiente la aprobación de su monografía, previo a la opción del título universitario que lo acredita como **Ingeniero Civil**.

Igual hace constar que el Br. Cruz Willis, realizó sus estudios universitarios del año 2007 al año 2015.

A solicitud de la parte interesada, se extiende la presente Carta de Egresado en la Ciudad de Bluefields, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, a los veinticuatro días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


Lic. Edna Bent Thomas
Directora



Cc. Archivo

DEDICATORIA

A DIOS por haberme brindado la sabiduría y conocimientos necesarios para poder culminar mis estudios de manera satisfactoria y así poder alcanzar una de mis metas propuesta en la vida.

A mis padres y hermana por haberme brindado el apoyo y consejos en los momentos más difíciles de esta etapa que he culminado y siempre presionarme para dar lo mejor de mí.

A mis familiares por haber creído siempre en mí y alentarme a seguir adelante para cumplir mis metas.

Kevin Adonis Mejía Alvarado

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por haberme dado la fuerza y la oportunidad de haber podido llevar por todos estos años un buen desempeño y haber puesto en mi la pasión de llevar acabo unos de mis propósitos que me he impuesto en la vida.

A mi familia, mi esposa e hijos por la motivación y sus constantes consejos para poder haber así terminado una más de mis etapas de mis estudios.

A los maestros y directores por la dedicación y el tiempo que tomaron para instruirnos de la manera correcta en esta carrera.

Harby Enrique Cruz Willis

AGRADECIMIENTO

A DIOS por haberme brindado cada minuto de vida, la sabiduría, la salud para poder culminar mis estudios de manera satisfactoria.

A mis padres y hermana por siempre haberme brindado su apoyo, amor incondicional y por siempre haber creído en mí.

A mis familiares por todo el apoyo y consejos que me han brindado durante todo este trayecto.

A el Ing. Julio Arauz por haberme brindado su apoyo y confianza durante todo el transcurso de mis estudios.

A los docentes de la escuela de ingeniería civil por haber compartido sus conocimientos y sabiduría durante todo el transcurso de mis estudios.

A mi tutor el Ing. Alejandro Obando por haberme apoyado durante el transcurso de la elaboración de este documento.

A el MSc. Jean Carlos Gutiérrez, director de los laboratorios de ingeniería de la UCA, por haberme brindado su apoyo en la realización de los ensayos de los materiales.

Kevin Adonis Mejía Alvarado

AGRADECIMIENTO

A Dios por la salud y vida que durante todo este tiempo de difíciles situaciones haber podido llevar a cabo y culminar esta carrera.

A mi familia por ser fuente y motivación de poder mostrar que todo se puede si unos se lo propone.

A los Docentes de la Carrera de Ingeniería por habernos brindado todo el conocimiento necesario durante las horas de clase.

Al Ingeniero y director de la Carrera Profesor Sócrates Castro Jo por haberse tomado el tiempo en contactarme y hacerme saber que era necesario terminar el último proceso de esta carrera.

De igual forma al Ingeniero Julio Arauz por los constantes avisos y ayuda que nos brindó durante la elaboración de este documento.

Harby Enrique Cruz Willis

GLOSARIO

Abundamiento: Es el volumen abundado del material se debe a que el volumen de los bancos de materiales se mide a volteo, sin compactar.

Aprovechamiento: Se entiende por aprovechamiento el uso de la cantera, incluyendo las diversas fases de exploración, explotación y cierre

Banco de material: Lugar donde se extraerá material para ser utilizado en una obra civil, en el cual es necesario conocer la clase o clases de suelos existentes en dicha zona, así como el volumen aproximado de material o materiales, que pueden ser excavados, removibles y utilizables.

Compactación: Proceso mecánico por medio del cual reduce el volumen de los materiales en un tiempo relativamente corto, con el fin de que sea resistente.

Gravedad específica: Es la relación del peso en el aire de un volumen dado de partículas sólidas, al peso en el aire de un volumen igual de agua destilada a una temperatura determinada.

Muestra: Cantidad de material necesario para realizar todas las pruebas de laboratorio y aun repetir las incorrectas o aquellas cuyos resultados son dudosos.

Propiedades físicas: Son las propiedades que se basa principalmente en la estructura del objeto, sustancia o materia, que es visible y medible.

Propiedades mecánicas: Son aquellas propiedades de los sólidos que se manifiestan cuando aplicamos una fuerza, es decir, es la capacidad de los mismos de resistir acciones de carga.

Tamiz: Es un utensilio que se usa para separar las partes finas de las gruesas de algunas cosas y que está formado por una tela metálica o rejilla tupida que está sujeta a un aro, también es conocido por cedazo o criba.

Volumen útil: Se define como la cantidad de material que se encuentran en los yacimientos mineralógicos.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Justificación	3
1.3.	Planteamiento del problema.....	3
II.	OBJETIVOS	5
2.1.	Objetivo general.....	5
2.2.	Objetivos específicos	5
III.	MARCO TEÓRICO.....	6
3.1.	Banco de Préstamo.....	6
3.1.1.	Selección de sitio.....	6
3.1.2.	Aprovechamiento	7
3.1.3.	Carga y transporte	8
3.2.	Levantamiento topográfico	8
3.2.1.	G.P.S.....	9
3.2.2.	Google Earth	9
3.2.2.1.	Características.....	10
3.2.3.	Sistema de coordenadas UTM con Datum WGS 84 El WGS84.....	10
3.3.	Volumen útil	11
3.4.	Clasificación general de los agregados	11
3.4.1.1.	Por su procedencia.....	11
3.4.1.2.	Por su tamaño	11
3.4.1.3.	Por su gravedad específica	12
3.5.	Propiedades físicas y mecánicas de los agregados	12

3.5.1.	Propiedades físicas	12
3.5.2.	Propiedades mecánicas.....	13
3.6.	Ensayos de los agregados.....	13
3.6.1.	Granulometría.....	13
3.6.2.	Gravedad específica	13
3.6.3.	Peso volumétrico seco suelto y seco compacto (PVSS y PVSC)	14
3.6.4.	Desgaste o abrasión.....	14
3.6.5.	Cilindro de concreto.....	15
IV.	HIPÓTESIS.....	16
V.	PREGUNTAS DIRECTRICES	17
VI.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	18
6.1.	Descripción del área de estudios.....	18
6.1.1.	Ubicación de los bancos en estudio.....	18
6.1.1.1.	Banco El Arenal.....	18
6.1.1.2.	Banco de Villanueva.....	19
6.2.	Tipo de investigación.....	20
6.2.1.	Enfoque de la investigación	20
6.3.	Universo.....	20
6.4.	Población.....	21
6.5.	Muestra	21
6.6.	Tipo de muestra y muestro.....	21
6.7.	Método y técnica de recolección de datos	21
6.7.1.	Método de la observación	21
6.7.2.	Método bibliográfico.....	21
6.7.3.	Levantamiento topográfico para el volumen útil	21

6.7.4.	Laboratorio de materiales.....	22
6.7.4.1.	Granulometría de los agregados	22
6.7.4.1.1.	Equipo.....	22
6.7.4.1.2.	Procedimiento	23
6.7.4.2.	Gravedad específica.....	25
6.7.4.2.1.	Equipo.....	25
6.7.4.2.2.	Procedimiento	25
6.7.4.3.	Peso volumétrico seco suelto y seco compacto (PVSS y PVSC).....	29
6.7.4.3.1.	Equipo.....	29
6.7.4.3.2.	Procedimiento	30
6.7.4.4.	Desgaste o abrasión por el método de la máquina de los ángeles	33
6.7.4.4.1.	Equipo.....	33
6.7.4.4.2.	Procedimiento	33
6.7.4.5.	Cilindros de concreto.....	36
6.7.4.5.1.	Equipo.....	36
6.7.4.5.2.	Procedimiento	36
6.7.5.	Método de interpretación	42
6.8.	Procesamiento de la información.....	42
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
7.1.	Levantamiento topográfico	43
7.1.1.	Banco de material de Villa Nueva.....	43
7.1.2.	Volumen útil del banco de material de Villa Nueva	45
7.1.3.	Banco de material El Arenal	45
7.1.4.	Volumen útil del banco de material El Arenal.....	46
7.2.	Ensayos del agregado fino	47

7.2.1.	Ensayo de granulometría de agregado fino	47
7.2.2.	Ensayo de pesos volumétricos seco suelto y seco compacto	49
7.2.3.	Ensayo de gravedad específica.....	49
7.3.	Ensayos del agregado grueso	49
7.3.1.	Ensayo de granulometría de agregado grueso.....	49
7.3.2.	Ensayo de pesos volumétricos seco suelto y seco compacto	51
7.3.3.	Ensayo de Gravedad específica.....	51
7.3.4.	Ensayo de desgaste o abrasión por el método de la máquina de los ángeles	51
7.4.	Ensayo de diseño de mezclas de concreto	52
VIII.	CONCLUSIONES	54
IX.	RECOMENDACIONES.....	55
X.	REFERENCIAS.....	56
XI.	ANEXOS	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM del banco El Arenal.....	18
Tabla 2. Coordenadas UTM del banco de Villanueva.....	19
Tabla 3. Tamices para agregado fino.....	22
Tabla 4. Tamices para agregado grueso grueso.....	23
Tabla 5. Cantidad de muestra de agregado grueso a seleccionar.....	24
Tabla 6. Requisitos dimensionales de los moldes.....	29
Tabla 7. Densidad del agua a diferentes temperaturas.....	30
Tabla 8. Cantidad de muestra a tomar.....	34
Tabla 9. Cantidad de esferas.....	35
Tabla 10. Tolerancia de tiempo permisible para cilindros de concreto.....	41
Tabla 11. Coordenadas UTM de los puntos que forman la poligonal del banco de Villa Nueva.	43
Tabla 12. Coordenadas UTM de los puntos que forman la poligonal del banco El Arenal.....	45
Tabla 13. Resultados del ensayo de granulometría del agregado fino.....	47
Tabla 14. Módulo de finura.....	48
Tabla 15. Resultados de los ensayos de peso volumétrico seco suelto y seco compacto del agregado fino.....	49
Tabla 16. Resultado del ensayo de gravedad específica.....	49
Tabla 17. Resultados del ensayo de granulometría del agregado grueso.....	50
Tabla 18. Resultados de los ensayos de peso volumétrico seco suelto y seco compacto del agregado grueso.....	51
Tabla 19. Resultados del ensayo de gravedad específica del agregado grueso.....	51
Tabla 20. Resultados del ensayo de desgaste o abrasión por el método de la máquina de los ángeles.....	51
Tabla 21. Datos para el diseño de una dosificación de concreto.....	52
Tabla 22. Dosificación de concreto de 3000 PSI.....	53

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación del banco El Arenal	19
Imagen 2. Macro localización del banco de Villanueva	20
Imagen 3. Poligonal del banco de materiales de Villa Nueva	44
Imagen 4. Dimensiones del banco de materiales de Villa Nueva.....	45
Imagen 5. Poligonal del banco de materiales El Arenal	46
Imagen 6. Curva granulométrica del agregado fino.....	48
Imagen 7. Curva granulométrica del agregado grueso	50
Imagen 8. Banco de material El Arenal (Agregado fino)	58
Imagen 9. Banco de material Villa Nueva (Agregado grueso).....	58
Imagen 10. Realización del lavado de las muestras, para su posterior utilización	59
Imagen 11. Secando las muestras, para su posterior utilización.....	59
Imagen 12. Muestras de las diferentes granulometrías del agregado	59
Imagen 13. Secando muestras en el horno.....	59
Imagen 14. Determinando la cantidad de muestra a utilizar para el ensaye de desgaste	59
Imagen 15. Máquina de los ángeles, utilizado en el ensaye de desgaste del agregado grueso	59
Imagen 16. Muestra del agregado grueso a ensayarse más cargas abrasivas	59
Imagen 17. Muestra del agregado grueso posterior al ensayo de desgaste.....	59

RESUMEN

Durante los procesos de modernización en el ramo de la construcción se han podido implementar el uso de diferentes tipos de materiales los cuales han sido objeto de estudio para debida utilización en esta área específica, encontrando así propiedades de los cuales han de ser optimas y de las cuales están dentro del rango de calidad especificadas en las normas de la Asociación Americana de Ensayos de Materiales por sus siglas en inglés(ASTM). En donde se realizó el estudio a los bancos de materiales de el Arenal que se encuentra aproximadamente a 35 km del municipio de Bluefields, sobre la carretera que va de Bluefields a Nueva Guinea, su propietario es Don José Rocha y la de Villa Nueva que se encuentra aproximadamente a 65 km del municipio de Bluefields, sobre la carretera que va de Bluefields a Nueva Guinea, su propietario es Don Santiago Toroño. Se identificó el yacimiento de agregados finos y gruesos de los cuales se pueden extraer y procesar diferentes tipos de materiales tales como arena y grava. Estos ensayos se elaboraron en laboratorios de Ingeniería de la Universidad Centroamericana (UCA) determinando las propiedades físicas, mecánica que indican los resultados analizados y ensayados garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad con respectos a las normas de la ASTM.

ABSTRACT

During the modernization processes in the construction industry, it has been possible to implement the use of different types of materials which have been studied for proper use in this specific area, thus finding properties of which must be optimal and of the which are within the quality range specified in the standards of the American Association of Materials Testing for its acronym in English (ASTM). Where the study was carried out on the Arenal material banks, which is located approximately 35 km from the municipality of Bluefields, on the road that goes from Bluefields to Nueva Guinea, its owner is Mr. José Rocha and that of Villa Nueva, which is approximately 65 km from the municipality is Bluefields, on the road that goes from Bluefields to Nueva Guinea, its owner is Don Santiago Toroño. The deposit of fine and coarse aggregates from which different types of materials such as sand and gravel can be extracted and processed was identified. These tests were carried out in the Engineering laboratories of the Central American University (UCA) determining the physical and mechanical properties that indicate the analyzed and tested results, guaranteeing compliance with quality standards with respect to ASTM standards.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación sobre los materiales obtenidos de los bancos de préstamo El Arenal y Villanueva, se realizó con el objetivo de evaluar la calidad de estos, conociendo también si son aptos para la construcción.

Para poder lograr el objetivo de esta investigación, se realizaron ensayos de laboratorio, mediante los cuales se determinaron las propiedades mecánicas y físicas de los materiales de los bancos estudiados, estos ensayos de laboratorio son los siguientes: granulometría, gravedad específica, peso volumétrico seco suelto y seco compacto (PVSS y PVSC), desgaste o abrasión por el método de la máquina de los ángeles y se realizó un diseño de concreto con estos materiales.

También se determinó el volumen útil de cada banco, por medio de un levantamiento topográfico, en el cual consistió en recorrer todo el perímetro de los bancos de materiales, tomando las coordenadas de los vértices que de limitan el área de este, utilizando GPS y posterior mente se procesó toda la información de campo mediante el software Google Earth, obteniendo así los valores del perímetro, área y posterior mente calcular el volumen de estos.

Cabe recalcar que los materiales extraídos de estos bancos cumplen con los estándares de calidad que tiene establecido las normas de la Asociación Americana de Ensayos de Materiales por sus siglas en inglés (ASTM), donde el ensayo de granulometría que fue realizado bajo la norma ASTM C 33, el ensayo de pesos volumétricos bajo la ASTM C29, el de gravedad específica bajo ASTM C127 y el diseño de mezclas de concretos bajo la ACI 211.1.

Este estudio es una fuente de información de gran utilidad para los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería civil de BICU, debido a que con esta investigación tienen referencias sobre el uso y calidad de los agregados que se extraen de bancos de materiales que están cerca de la ciudad de Bluefields, también es de gran importancia para las autoridades municipales y regionales porque conocerán como podrían ocupar estos materiales en las obras civiles.

1.1. Antecedentes

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA), en el año 2014, realizó una investigación titulada: Análisis de la calidad de los bancos de materiales utilizados en el municipio de Rivas para la construcción de la capa sub-base y base de la superficie de rodamiento. Los bancos de materiales que se estudiaron fueron El Belmont, Cori y el Rosario Norte, en los tres bancos tienen suelo que puede ser utilizado para la capa sub-base y la capa base para la conformación de la estructura de la carpeta de rodamiento. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA), en el año 2016, realizó el análisis de la calidad del banco de agregado fino Sinacapa en el municipio de Altagracia para la elaboración de concreto. En esta investigación se concluyó que el banco tiene un manto sólido de escoria volcánica (rocas ígneas) capaz de alcanzar resistencia de 3600 PSI en una mezcla de concreto. (Wilford Enmanuel Hernández Aguirre, Junio 2016)

La Bluefields Indian & Caribbean University (BICU), en el año 2018, se realizó una investigación sobre la calidad de materiales del banco de préstamo en Caño Blanco, los cuales se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio: análisis granulométrico, límites de Atterberg, proctor modificado, valor relativo de soporte (CBR) dichos ensayos se realizaron en los laboratorios de la empresa CONSORCIO EDICRO IMPULSO. (Oscar Noel Castillo, Agosto 2018).

El material que posee el banco de préstamo Caño Blanco se clasifica en un suelo A-2-4(0), estos son gravas arenoso arcilloso de color blanco bien graduados presentan capilaridad mediana a veces perjudicial, permeabilidad baja a mediana, elasticidad baja a elevada con cambios de volúmenes medianos a elevados pueden ser utilizados en las siguientes obras: conformación de terracería, procesamiento de base, relleno de alcantarilla, aproche de puente, material de filtro y arena. Su uso como sub-base es regular, como base va de malo a regular, como terreno de cimentación van de bueno a excelente y como terraplén van de regular a bueno. (Oscar Noel Castillo, Agosto 2018).

1.2.Justificación

Las propiedades físicas y mecánicas que poseen los materiales de los bancos El Arenal y Villanueva, se desconocen, por ello es de gran importancia determinar si los aglomerados que contiene dichos bancos cumplen con los parámetros de calidad que exige la American Society for Testing and Materials (ASTM).

También se generará información que será de gran utilidad para instituciones gubernamentales, autoridades regionales y municipales, así igual a la población en general, debido a que se conocerá si los materiales de los bancos antemencionados son aptos para utilizarse en la construcción.

Los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería civil de la BICU tendrán con este documento referencias sobre el uso y calidad de los aglomerantes que se extraen de bancos de materiales que están cerca de la ciudad de Bluefields.

1.3.Planteamiento del problema

Los proyectos ejecutados por las entidades gubernamentales en el municipio de Bluefields generalmente utilizan aglomerados (agregados finos y gruesos) que provienen de la ciudad de Managua y de los bancos materiales que se encuentran cerca del municipio como el Caño Blanco, Arenal, Tiburón y Villanueva, pero unos de los inconvenientes es que de estos bancos no existe mucha información que determinen su calidad y utilización.

La poca información sobre la calidad de los materiales que provienen de dichos bancos genera una incertidumbre sobre la eficiencia de las obras civiles que utilizan dichos materiales, debido a que no se conoce si son aptos para dichas obras.

También el elevado costo de traslado de los agregados desde la ciudad de Managua genera que la población construya con agregados que se desconoce si son de calidad, provocando que las infraestructuras no puedan ser resistentes ante el embate de fenómenos naturales.

Debido a lo anteriormente expuesto, se da lugar a la siguiente pregunta:

¿Qué calidad poseen los agregados finos y gruesos de los bancos de préstamo de material El Arenal y Villanueva pertenecientes al municipio de Bluefields, según parámetros establecidos por LA SOCIEDAD AMERICANA PARA PRUEBAS Y MATERIALES (ASTM)?

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Evaluar la calidad de los materiales de los bancos El Arenal y Villanueva del municipio de Bluefields por medio de ensayos de laboratorios, con la finalidad de conocer si son aptos para la construcción.

2.2.Objetivos específicos

- Estimar el volumen útil de los bancos de materiales El Arenal y Villanueva, por medio de GPS y el software Google Earth.
- Determinar las propiedades mecánicas y físicas de los materiales de los bancos en estudio, por medio de los siguientes ensayos de laboratorio: granulometría, gravedad específica, peso volumétrico seco suelto y seco compacto (PVSS y PVSC), desgaste o abrasión por el método de la máquina de los ángeles, y el diseño de mezclas de concreto.
- Comparar los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los bancos de materiales El Arenal y Villanueva, con las especificaciones técnicas y normas establecidas por la ASTM para determinar su calidad y su utilización en la construcción.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Banco de Préstamo

Se entiende como banco de préstamo a los yacimientos de sustancias minerales y rocas no metálicos compuesto por material consolidado y no consolidado, cuyo uso está designado para las obras de infraestructura, que no requieran más operaciones que las de arranque, fragmentación y clasificación. (LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA, 2019)

3.1.1. Selección de sitio

La localización del banco debe ser de tal forma, que el aprovechamiento u operaciones, no puedan ser observados desde la carretera o camino principal, siendo iniciado su aprovechamiento desde la parte no visible. (LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA, 2019)

Las actividades de extracción de los bancos de materiales deben estar localizadas a una distancia no menor de 100 metros del derecho de vía de las carreteras y caminos permanentes.

Los bancos de materiales deben estar ubicados a una distancia mínima de 300 metros de Hospitales, centros de salud, escuelas, iglesias, centros recreativos, cuando no se usare explosivos, y en una posición contraria a la dirección del viento.

Los bancos de Materiales que requieran el uso de explosivos deben estar ubicados a 500 metros de Hospitales, centros de salud, escuelas, iglesias, centros recreativos además en una posición contraria a la dirección del viento.

Los sitios que están sujetos a inundaciones periódicas por efecto del drenaje, no deben ser utilizados para extraer material de préstamo.

Los bancos de materiales ubicados en áreas donde existan acuíferos destinados al abastecimiento público, deben tener una profundidad máxima de aprovechamiento de tal forma que la distancia entre el nivel más inferior de corte de materiales y el nivel máximo superior estacional del agua subterránea, sea como mínimo de 5 metros.

La distancia mínima que debe tener un banco de material es con relación a los cuerpos de agua superficial es de 200 metros a partir del punto de su máxima crecida, y a 1 Km de forma radial a las obras de captación de agua superficial o subterránea, destinadas al consumo de los habitantes.

La distancia mínima que debe tener un banco de materiales con relación a los aeropuertos es de 1000 metros.

3.1.2. Aprovechamiento

Se entiende por aprovechamiento el uso de la cantera, incluyendo las diversas fases de exploración, explotación y cierre. (LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA, 2019)

Las vías de acarreo a los bancos de materiales deben ser construidas bajo diseño, dirigidos a evitar la sedimentación de los cuerpos de agua, Además, deben construirse de tal forma a que se mantenga un ángulo recto o perpendicular, con respecto a la dirección del tráfico en la carretera o camino principal.

Las áreas de almacenaje del material cortado deben ser ubicadas en sitios no inundables, contar con obras de drenaje y retención, riego superficial, para evitar la erosión hídrica y cólica del material.

El material sobrante debe colocarse en las áreas destinadas para los desechos de tal manera que no interfiera con el sistema de drenaje del sitio.

En el caso de aprovechar un banco de material y quedase al descubierto material de guerra se debe notificar al Ministerio de Gobernación, todas las operaciones en el área circundante deben ser suspendidos temporalmente y notificar inmediatamente a la oficina gubernamental correspondiente.

Cuando las operaciones de aprovechamiento ponga a los descubiertos valores culturales, fósiles, vestigios de poblados, restos humanos de carácter prehistórico o artefactos arqueológicos, todas las operaciones en el área circundante deben ser suspendidos temporalmente y notificar inmediatamente a la oficina gubernamental correspondiente. Todo objeto encontrado es propiedad del estado nicaragüense.

En caso de ocurrir daños ambientales causados en las propiedades tanto públicas como privadas, como consecuencia directa e indirecta del aprovechamiento de los bancos de materiales, el dueño del proyecto y el constructor, serán los responsables de los daños ocasionados.

Los mojones, puntos de control y demás referencia fijadas por las autoridades de geodesia y cartografía de **INETER**, deben ser protegidas y no serán removidas o perturbadas de ninguna manera, a menos que reciba instrucciones escritas por dicha oficina gubernamental.

Las actividades de explotación deben ser planificadas durante un período de trabajo comprendido de las 7:00 a.m. hasta las 5:00 p.m. En aquellos sitios donde hubiere asentamientos humanos en las cercanías.

Queda Restringido el aprovechamiento de los bancos de materiales que contengan habitantes de especies que se encuentren en la lista apéndice I y II de CITES, la DGRN del MIFIC no aprobará la concesión de uso a menos que el contratista presente evidencia del cumplimiento con los requerimientos del **MARENA**.

3.1.3. Carga y transporte

El material transportado debe ir cubierto por un toldo, para evitar derramamiento en lugares no deseados, el esparcimiento en la atmósfera y accidentes a lo largo de su recorrido. (LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA, 2019)

Debe evitarse el transporte a través de áreas protegidas en todas sus categorías y/o consideradas como frágiles, en todo caso se registrarán de acuerdo a lo estipulado en el reglamento de áreas protegidas de Nicaragua, Decreto 14-99 y en su respectivo plan de manejo.

El personal involucrado en la actividad de carga y transporte debe contar con el equipo y medidas de seguridad contempladas en las regulaciones de higiene y seguridad ocupacional.

3.2. Levantamiento topográfico

Un levantamiento topográfico consiste, en la realización de las operaciones necesarias para determinar la posición de una serie de puntos del terreno respecto de un sistema de referencia previamente establecido y su posterior representación gráfica. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

Los levantamientos topográficos pueden ser:

- Planimétricos, cuando se determina solo la situación de los puntos en el plano horizontal mediante la obtención de sus coordenadas (x, y) respecto del sistema de referencia

previamente establecido. La parte de la topografía que desarrolla los métodos y procesos adecuados se denomina planimetría. (Frally Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

- Altimétricos, cuando se determina solo la altura de los puntos sobre el plano de comparación, mediante el cálculo de las respectivas cotas (z). La parte de la topografía que desarrolla los métodos y procesos adecuados se denomina altimetría. (Frally Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)
- Taquimétricos, cuando se determina simultáneamente las coordenadas planas de los puntos y sus cotas respectivas. La parte de la topografía que desarrolla los métodos y procesos adecuados se denomina taquimetría. (Frally Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

3.2.1. G.P.S

Debido al constante desarrollo del sistema G.P.S., día a día se incrementa la aplicación de los mismos en las actividades científicas, profesionales, deportivas, recreacionales, etc. Sería muy extenso describir las actividades en las cuales el G.P.S. es una herramienta fundamental por lo que nos limitamos a mencionar algunas de las áreas dentro del campo de la ingeniería en las cuales el G.P.S. está siendo utilizado. (Frally Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

Los geólogos, geógrafos e ingenieros forestales utilizan los G.P.S., en combinación con los sistemas de información geográfica (SIG) para la elaboración de mapas temáticos, captando en forma rápida y precisa la posición de puntos y asociando información y atributos a dichos puntos. (Frally Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

En el campo de la topografía, se están aplicando los G.P.S. en el levantamiento de grandes extensiones y de zonas de difícil acceso ya que se requiere menos personal, debido a lo complicado del traslado de equipos tradicionales y a que la captura de datos con el sistema G.P.S. acelera o acorta el tiempo de recolección de los mismos. (Frally Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

3.2.2. Google Earth

Es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital. (WIKIPEDIA, 2019)

El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos

SIG de todo el mundo y modelos creados por computadora. El programa está disponible en varias licencias, pero la versión gratuita es la más popular, disponible para dispositivos móviles, tabletas y computadoras personales.

Muchos usuarios utilizan la aplicación para añadir sus propios datos, haciéndolos disponibles mediante varias fuentes, tales como el Bulletin Board Systems o blogs. Google Earth es capaz de mostrar diferentes capas de imagen encima de la base y es también un cliente válido para un Web Map Service. Google Earth soporta datos geoespaciales tridimensionales mediante los archivos Keyhole Markup Language o .kml.

3.2.2.1. Características

Google Earth permite introducir el nombre de un hotel, colegio o calle y obtener la dirección exacta, un plano o vista del lugar. También se pueden visualizar imágenes vía satélite del planeta. También ofrece características 3D como dar volumen a valles y montañas, y en algunas ciudades incluso se han modelado los edificios. La forma de moverse en la pantalla es fácil e intuitiva, con cuadros de mandos sencillos y manejables. (WIKIPEDIA, 2019)

Además, es posible compartir con otros usuarios enlaces, medir distancias geográficas, ver la altura de las montañas, ver fallas o volcanes y cambiar la vista tanto en horizontal como en vertical.

Google Earth también dispone de conexión con GPS (Sistema de Posicionamiento Global), alimentación de datos desde fichero y base de datos en sus versiones de pago.

3.2.3. Sistema de coordenadas UTM con Datum WGS 84 El WGS84

Es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984).

El Sistema Geodésico Mundial es un estándar para su uso en la cartografía, geodesia y navegación.

Cuenta con un estándar de coordenadas de la tierra, un estándar de referencia de la superficie esférica (el dato o elipsoide de referencia) para los datos de altitud primas, y una superficie equipotencial gravitacional (el geoide) que define el nivel del mar nominal. (Wilford Enmanuel Hernández Aguirre, Junio 2016).

3.3.Volumen útil

Se define como la cantidad de material que se encuentran en los yacimientos mineralógicos. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014).

3.4.Clasificación general de los agregados

La gran variedad de material granular que se incorpora en el hormigón hace que sea muy difícil la expresión de una definición por completo satisfactoria de “Agregado”. Por lo que aquí se dan varias definiciones según tres clasificaciones: por su procedencia, por su tamaño y por su gravedad específica. (INGENIERIA CIVIL, 2019)

3.4.1.1.Por su procedencia

- Agregados naturales: Formados por procesos geológicos.
- Agregados artificiales: Proviene de un proceso de transformación de los agregados naturales, dichos agregados artificiales son productos secundarios. Algunos de estos agregados son los que constituyen la escoria siderúrgica, la arcilla horneada, el hormigón reciclado, piedra triturada (chancada), etc.
- Piedra triturada: Producto que resulta de la trituración artificial de rocas, piedra boleada o pedruscos grandes, del cual todas las caras poseen aristas bien definidas, resultado de la operación de trituración.
- Escoria siderúrgica: Residuo mineral no metálico, que consta en esencia de silicatos y aluminosilicatos de calcio y otras bases, y que se produce simultáneamente con la obtención del hierro.

3.4.1.2.Por su tamaño

- Agregado grueso: Agregado retenido de modo predominante por el tamiz No. 4 (de 4.75 mm); o bien, aquella porción de un agregado que es retenida por el tamiz No. 4 (de 4.75 mm). El agregado grueso utilizado en nuestro medio es denominado “Grava”, que resulta de la desintegración y abrasión naturales de la roca o procede de la trituración de esta.
- Agregado fino: Agregado que pasa por el tamiz de 3/4 in (9.5 mm) y casi pasa por completo por el tamiz No. 4 (de 4.75 mm). y es retenido de modo predominante por el tamiz No. 200 (de 75 μ m); o bien, aquella porción de un agregado que pasa por el tamiz No. 4 (de 4.75 mm) y es retenida de modo predominante por el No. 200 (de 75 μ m). El agregado fino

utilizado en nuestro medio se denomina “Arena”, este resulta de la desintegración y abrasión naturales de la roca o procede de la trituración de esta.

3.4.1.3. Por su gravedad específica

- Ligeros, $G_s < 2.5$. Los agregados ligeros, como la arcilla esquistosa y la expandida, la escoria expandida, la Vermiculita, la Perlita, la Piedra Pómez y las Cenizas, se utilizan para producir hormigón aislante, para unidades de mampostería o estructural ligero que pesa entre 400 y 2000 kg/m³.
- Normales, $2.5 < G_s < 2.75$. Los materiales principales que se usan en el hormigón de peso normal, por lo común de 2300 a 2500 kg/m³, incluyen las arenas y gravas, roca triturada y escoria siderúrgica. Las rocas trituradas de uso más común son el Granito, Basalto, Arenisca, Piedra Caliza y Cuarcita.
- Pesados, $G_s > 2.75$. Los agregados pesados, como la Magnetita, la Barita o el Hierro de desecho, se usan para producir hormigón de 2900 a 3500 kg/m³, utilizado para blindaje contra la radiación y para contrapesos de hormigón.

3.5. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

3.5.1. Propiedades físicas

Las propiedades físicas de un suelo son las que se requieren para definir su estado. Estas pueden determinarse con relativa precisión y una pequeña variación no modifica de forma radical el equilibrio o el comportamiento del terreno. Algunas propiedades físicas son las siguientes:

- Tamaño: Esto conduce de inmediato al análisis de la composición granulométrica, es decir, qué clasificación de tamaño de granos existe dentro de volumen de agregados.
- Porosidad: Es la relación entre su volumen de vacío y el volumen de vacío y el volumen de su masa. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)
- Gravedad específica: Es la relación del peso en el aire de un volumen dado de partículas sólidas, al peso en el aire de un volumen igual de agua destilada a una temperatura determinada. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

3.5.2. Propiedades mecánicas

Los materiales tienen diferentes propiedades mecánicas, las cuales están relacionadas con las fuerzas exteriores que se ejercen sobre ellos. Algunas propiedades mecánicas de los materiales son:

- **Dureza:** Resistencia que opone un cuerpo a ser penetrado por otro. Esta propiedad nos informa sobre la resistencia al desgaste contra los agentes abrasivos. (EDUCACIÓN TECNOLÓGICA, 2019)
- **Resistencia al pulido:** La resistencia al pulimento de las partículas de un árido, o lo que es lo mismo, su resistencia a perder espereza en su textura superficial, influye notablemente en la resistencia al deslizamiento cuando dicho árido se emplea en una obra (su rugosidad).

3.6. Ensayos de los agregados

3.6.1. Granulometría

Es la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica. (WIKIPEDIA, 2019)

El tamaño de un grano, clasto o partícula, no siempre es fácil de determinar cuando son irregulares, se suele definir como el diámetro de una esfera de su mismo volumen, y se expresa en milímetros. En los cantos de mayor tamaño se suele hacer la media de las tres medidas ortogonales máximas, aunque no se corten en el mismo punto.

El método de determinación granulométrico más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado (a modo de coladores) que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices.

3.6.2. Gravedad específica

Consiste en la relación o cociente que existe entre la densidad de una sustancia y la densidad de otra sustancia de referencia (es usual que en este caso se utilice agua). Estas densidades suelen tomarse como guías cuando se refiere a líquidos o sólidos. La gravedad específica aparente es la relación entre el peso volumétrico de una sustancia y el peso del volumen de otra. (LIFEDER.COM, 2019)

Este método determina (después de 24 horas de inmersión del agregado en agua) la gravedad específica corriente (GE), la gravedad específica saturada superficialmente seca (GE_{ss}), la gravedad específica aparente (GE_a).

Las GE y GE_{ss} se utilizan en el cálculo de las dosificaciones de las mezclas de mortero y concreto que contengan dichos agregados, para las relaciones de volumen a peso o de peso a volumen. También la GE se utiliza para el cálculo del porcentaje de huecos de los áridos.

La importancia de la absorción en que nos indica la cantidad de agua que puede penetrar en los poros permeables de los agregados (áridos) en 24 horas, cuando estos se encuentran sumergidos en agua. (Brigitte, 2019)

3.6.3. Peso volumétrico seco suelto y seco compacto (PVSS y PVSC)

El peso unitario de un agregado (árido) es la relación entre el peso de una determinada cantidad de este material y el volumen ocupado por el mismo, considerando como volumen al que ocupan las partículas del agregado y sus correspondientes espacios ínter granulares.

Hay dos valores para esta relación, dependiendo del sistema de acomodamiento que se le haya dado al material inmediatamente antes de la prueba; la denominación que se le dará a cada uno de ellos será Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS) y Peso Volumétrico Seco Compacto (PVSC). Ambos sirven para establecer relaciones entre volúmenes y pesos de estos materiales. (Brigitte, 2019)

3.6.4. Desgaste o abrasión

La resistencia a la abrasión de un agregado frecuentemente se usa como un índice general de su calidad. La resistencia a la abrasión es esencial cuando el agregado se usará en un concreto sujeto al desgaste, como en los pisos para servicios pesados o pavimentos. La baja resistencia al desgaste en un agregado puede aumentar la cantidad de finos en el concreto durante el mezclado y consecuentemente, puede haber un aumento en la demanda de agua, requiriéndose ajustes de la relación agua cemento. (Steven H, 2004)

Este ensayo consiste en introducir el material (grava) acompañado de esferas de acero dentro del equipo, el cual está compuesto por un tambor que se encuentra sostenido por una estructura metálica en sus costados, poseyendo un mecanismo rotativo y otro encargado de medir la cantidad de revoluciones por minutos requeridos para el ensayo.

3.6.5. Cilindro de concreto

El concreto consiste en una mezcla de cemento, agregado fino (arena), agregado grueso (grava o piedrín), y agua; para garantizar que sea de buena calidad debe ser diseñado apropiadamente y contener la cantidad correcta de cada material. El cemento y los agregados se dosifican por peso, con el fin de obtener una mezcla con el grado requerido de manejabilidad.

En la elaboración de la mezcla de prueba se observará la manejabilidad (cantidad de lechada), así como la distribución de las partículas para poder corregir la mezcla en caso que sea necesario. Después de elaborar la mezcla de prueba se fabricarán especímenes (cilindros) de concreto, los cuales serán ensayados a compresión a distintas edades, para observar si cumplen con la resistencia de diseño, y recomendar su utilización. (Brigitte, 2019)

IV. HIPÓTESIS

Los materiales extraídos de los bancos de materiales El Arenal y Villanueva del municipio de Bluefields, poseen un volumen útil y calidad óptima para su uso en obras civiles, de acuerdo a los parámetros establecidos por la A.S.T.M.

V. PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cuál es el volumen útil que poseen los bancos de material de préstamo El Arenal y Villanueva?

¿Qué propiedades mecánicas y físicas poseen los materiales de los bancos de préstamo El Arenal y Villanueva?

¿Qué aplicaciones pueden tener los materiales obtenidos de los bancos de material en El Arenal y Villanueva, de acuerdo a su calidad?

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1.Descripción del área de estudios

El presente estudio fue realizado de los bancos de materiales pertenecientes al municipio de Bluefields. El municipio limita geográficamente al Norte con el municipio de Kukra Hill al Sur con los municipios de San Juan del Norte y el Castillo al Este con el Mar Caribe y al Oeste con los municipios de Nueva Guinea y El Rama. Se encuentra ubicado entre las coordenadas 12° 00´ de latitud norte y 83° 45´ de longitud oeste. (LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA, 2019)

El municipio de Bluefields posee una extensión territorial de 4,774.75 Kms² (cuatro mil setecientos setenta y cuatro, punto setenta y cinco kilómetros cuadrados). Este municipio presenta una zona plana paralela a la costa que presenta pendientes desde 0 a 30 m sobre el nivel del mar (msnm) con pendientes de 0-1%, sometida a inundaciones frecuentes, y la zona intermedia que va de 30 a 100 msnm, con terreno ondulado en pendientes de 0-15%. Su temperatura es bastante uniforme y elevada en todo el año (27°C promedio). Las temperaturas máximas no superan los 37°C y la temperatura media del mes más frío es superior a los 18°C. (LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA, 2019)

6.1.1. Ubicación de los bancos en estudio

6.1.1.1.Banco El Arenal

El banco del arenal se encuentra aproximadamente a 35 km del municipio de Bluefields, sobre la carretera que va de Bluefields a Nueva Guinea, su propietario es don José Rocha.

Las coordenadas de UTM de la ubicación de este banco es la siguiente:

Tabla 1. Coordenadas UTM del banco El Arenal

X	Y	Zona
824475	1318277	16P

Fuente: Elaboración propia

Imagen 1. Ubicación del banco El Arenal



Fuente: Google Earth

6.1.1.2. Banco de Villanueva

El banco de Villanueva se encuentra aproximadamente a 65 km del municipio de Bluefields, sobre la carretera que va de Bluefields a Nueva Guinea, su propietario es don Santiago Toroño.

Las coordenadas de UTM de la ubicación de este banco es la siguiente:

Tabla 2. Coordenadas UTM del banco de Villanueva

X	Y	Zona
817145	1307644	16P

Fuente: Elaboración propia

Imagen 2. Macro localización del banco de Villanueva



Fuente: Google Earth

6.2. Tipo de investigación

Esta investigación tiene un diseño no experimental debido a que se observara los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo y descriptiva porque caracteriza analiza y sintetiza las propiedades físicas y mecánicas de los materiales en estudios de los bancos de préstamo.

6.2.1. Enfoque de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo. Cualitativo porque describirá las cualidades de algunos parámetros de los bancos que no se podrán medir como color y textura de los agregados, y cuantitativo porque se medirá parámetros como el volumen útil, realización de los cálculos de granulometría con su respectiva gráfica y contenido de humedad. De corte transversal debido a que implicará la recolección de datos en un solo corte en el tiempo.

6.3. Universo

El universo de esta investigación son todos los bancos préstamo de materiales activos de la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS).

6.4.Población

La población de la presente investigación son todos los bancos de préstamo de material del municipio de Bluefields, los cuales ascienden a un total de 4 (cuatro), de donde se extraen distintos materiales como agregados (grueso y fino) y material selecto, el cual es empleado para la realización de la sub-base y capa estabilizadora de proyectos de carreteras.

6.5.Muestra

Se tomó como muestra 2 (dos) bancos de material de préstamo, los cuales son conocidos como El Arenal y Villanueva, a los cuales se le realizaron pruebas de laboratorios para determinar la calidad de los materiales obtenidos de estos, cabe recalcar que la muestra asciende al 50% de la población de la investigación.

6.6.Tipo de muestra y muestro

Esta investigación tiene una muestra no probabilística debido a que la muestra tomada no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación y el tipo de muestreo es con fines especiales debido a que la muestra fue tomada por características propias de los bancos en estudio.

6.7.Método y técnica de recolección de datos

6.7.1. Método de la observación

Este método fue fundamental en el momento de la recolección de la información, visualizando fundamentalmente las propiedades físicas de los materiales en el sitio de los bancos.

6.7.2. Método bibliográfico

Este método se empleó para la obtención de información, conceptos, técnicas y procedimientos que se llevan a cabo para la correcta ejecución de los laboratorios, se consultaron libros, normas y guías de laboratorios además de los apuntes de las asignaturas a fines a la investigación.

6.7.3. Levantamiento topográfico para el volumen útil

Para la realización del levantamiento topográfico y el cálculo del volumen explotable para cada banco, se utilizó el siguiente procedimiento:

1. Se recorrió toda el área a levantar, delimitando de esta manera el área del banco de material a trabajar.
2. Con ayuda del GPS se determinaron las coordenadas de una serie de puntos a lo largo del banco.

3. Posteriormente se insertaron todos los puntos tomados de cada banco al software de Google Earth,

4. Luego se procedió a trazar la poligonal de cada banco y con esta se determinó el perímetro, el área y la altitud de cada banco.

5. Seguidamente se realizó una visualización de la poligonal de cada banco en estudio.

6. Por último se procedió a realizar el cálculo del volumen útil, con los valores del área y la altura que poseen cada banco.

6.7.4. Laboratorio de materiales

6.7.4.1. Granulometría de los agregados

6.7.4.1.1. Equipo

- Horno que mantenga una temperatura constante de 110 ± 5 °C.
- Balanza con sensibilidad de 0.1 gramos.
- Charolas y cucharones.
- Tamices correspondientes a la graduación fina y gruesa.
- Tapa y fondo de tamices.

Tabla 3. Tamices para agregado fino

Tamices	Abertura libre de tamiz	
	Pulgadas	Milímetro
3/8"	0.3748	9.52
No. 4	0.187	4.75
No.8	0.0937	2.38
No.16	0.0468	1.19
No.30	0.0232	0.59
No.50	0.0116	0.297
No.100	0.008	0.149
No.200	0.00295	0.075

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Tamices para agregado grueso

Tamices	Abertura libre de tamiz	
	Pulgadas	Milímetro
3"	3	76.2
2.5"	2 1/2	63.5
2"	2	50.8
1.5"	1 1/2	38.1
1"	1	25.4
3/4"	3/4	19.1
1/2"	1/2	12.7
3/8"	3/8	9.52
1/4"	1/4	6.35
No.4	0.187	4.75
No.8	0.0937	2.38

Fuente: Elaboración propia

6.7.4.1.2. Procedimiento

1. Determinación del análisis granulométrico del agregado fino (Arena)
 - a. Tomar una muestra representativa de la arena a ensayar (Aproximadamente 2000 gramos).
 - b. Lavar la muestra, hasta que el agua pase limpia o trasparente, luego decantar el agua de la arena.
 - c. Depositar la muestra en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C, por un periodo de 24 horas.
 - d. De la muestra secada y limpia, tomar 500 gramos y depositarlos en los tamices previamente colocados de mayor a menor diámetro (en orden descendente).
 - e. Cribar por medio del movimiento de vaivén por un periodo de cinco minutos (Estos movimientos facilitan que las partículas del árido queden distribuidas en los diferentes tamices de acuerdo a su tamaño).
 - f. A continuación, pesar el material retenido en cada tamiz con una aproximación de 0.1 gramos.

g. En el caso de que el tamiz N° 200 retenga una cantidad considerable de material, lavarlo hasta que el agua pase limpia o trasparente a través del tamiz y luego depositarlo en el horno a la temperatura de 110 ± 5 °C, por un periodo de 24 horas. Luego de transcurrido ese tiempo pesar el material (Este procedimiento se realiza para separar los limos y arcillas de la arena).

h. Calcular los porcentajes retenidos parciales, porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan.

$$\% \text{ Retenidos Parciales} = (\text{Peso Retenido Parcial Por Tamiz} / \text{Peso Seco Total}) * 100$$

Calcular el Módulo de Finura

$$MF = (\sum \% \text{ Retenido Acumulado (3/8 - No. 100)}) * 100$$

- Graficar los resultados que pasan del material ensayado.

2. Determinación del análisis granulométrico del agregado grueso (Grava)

a. Del material obtenido por cuarteo tomar una cantidad según especifica la siguiente tabla:

Tabla 5. Cantidad de muestra de agregado grueso a seleccionar

Áridos gruesos con tamaños mayormente comprendidos entre	Peso de árido grueso (gramos)
3" y 2"	30,000
2" y 1"	20,000
1" y 1/2"	10,000
1/2" y 3/8"	2,000

Fuente: (Brigitte, 2019)

b. Secar la muestra a una temperatura de 110 ± 5 °C por un periodo de 24 horas

c. Colocar los tamices en el siguiente orden de arriba hacia abajo, 3", 2.5", 2", 1.5", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", No. 4, No. 8, al final se debe colocar una charola para recoger cualquier fino. El uso de estos tamices estará regido por el tamaño del material a utilizar.

d. Depositar la muestra en el tamiz superior y cribar (movimiento de vaivén) por un periodo de cinco minutos.

e. Pesar el material retenido en cada tamiz y anotar su peso.

f. Calcular los porcentajes retenidos parcial, retenido acumulado y porcentaje que pasa.

% Retenidos Parciales= (Peso Retenido Parcial Por Tamiz / Peso Seco Total) * 100

6.7.4.2.Gravedad especifica

6.7.4.2.1. Equipo

Para agregado fino se utilizarán los siguientes equipos:

- Balanza con capacidad de 1kg.
- Frasco volumétrico (matraz aforado de cuello largo) de 500 cm³ de capacidad a una temperatura de calibración de 20° C.
- Molde cónico de metal de 40 ± 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 ± 3 mm de diámetro en el fondo, con 75 ± 3 mm de altura.
- Paños absorbentes o secadora.
- Horno que mantenga una temperatura constante de 110 ± 5° C.
- Picnómetro.

Para agregado grueso se utilizarán los siguientes equipos:

- Mesa para gravedad especifica.
- Cesta de alambre según diámetros del material.
- Paños absorbentes o secadora.
- Balanza con capacidad de 0.1Kg.
- Horno que mantenga una temperatura constante de 110 ± 5°.
- Tamiz de 4.75 mm (N° 4).

6.7.4.2.2. Procedimiento

1. Agregado fino

1.1. Preparación de la muestra

a. Tomar una muestra representativa del Stock de arena a usar.

b. Se toman aproximadamente 1500 gramos del agregado fino que se va ensayar y se coloca en un recipiente o depósito adecuado cubriendo con agua y dejando reposar por 24 ± 4 horas.

c. Se procede a sacar la muestra, luego se coloca sobre una superficie plana, expuesta a una suave corriente de aire caliente, revolviéndolo frecuentemente, para conseguir que seque uniformemente (con ayuda de los paños absorbentes o secadora). Esta operación continuará hasta que el árido fluya libremente sin adherirse entre sí las partículas.

d. Colocar el agregado fino suelto en el molde cónico, y aplicar 25 golpes con el pisón sobre la superficie, levantando el molde verticalmente, si existe presencia de humedad superficial, el cono de árido fino conservará su forma. Se seguirá secando con mezclados constantes y haciendo la prueba nuevamente a intervalos regulares, hasta que el cono del árido fino se desmorone al levantar el cono.

e. Esto indicara que el árido fino ha llegado a la condición de saturado sin humedad superficial (SSS).

1.2. Ensayo

Pesar 500 gramos de arena en la condición de saturada y superficialmente seca (B).

Determinar el peso del frasco seco y limpio (C).

a. Colocar los 500 gramos de arena en la condición de SSS en el frasco volumétrico y llenarlo de agua hasta cercana a la marca de aforo, dejándolo reposar por cinco minutos.

b. Eliminar el aire atrapado, agitando el frasco volumétrico, esta operación tarda de 15 a 20 minutos.

c. Después de eliminar el aire atrapado, agregar agua hasta la marca de aforo.

d. Determinar el peso del frasco más peso de arena y el agua añadida para completar la capacidad del frasco (V).

e. Retirar el agua y la arena contenida en el frasco, depositándolo en una tara, colocándola en el horno a temperatura de 110 ± 5 °C por un periodo de 24 horas. En este tiempo se considera que el árido pierde toda el agua, inclusive la que se encuentra en los poros permeables.

f. Transcurrido este tiempo, retirar la tara del horno, refrescar la muestra a temperatura ambiente y determinar su peso seco (A)

g. Determinar la gravedad específica con las fórmulas siguientes:

$$GE \text{ (Gravedad específica corriente)} = (A / (V-W))$$

$$GE_{ss} \text{ (Gravedad específica en condición de saturado superficialmente seco)} = (B / (V-W))$$

$$Ge_a \text{ (Gravedad específica aparente)} = (A / ((V-W) - (B-A)))$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca.

B= Peso de la muestra en la condición de saturada superficialmente seca.

C= Peso del frasco seco y limpio.

D= Peso del frasco más Peso del Material más Peso Agua Añadida.

V= Capacidad del Frasco.

W= Agua Añadida al Frasco $W = D - (B + C)$.

2. Agregado Grueso

2.1. Preparación de la muestra

De la muestra que va a someterse a ensayo debe seleccionarse después de cuarteada, aproximadamente 5.0 kg de agregado grueso, descartando todo material que pase el tamiz No. 4. Después de seleccionar la muestra se lava, con el objetivo de remover el polvo y las impurezas de la superficie de las partículas.

Una vez lavada se sumergirán en agua por un periodo de 24 horas, para que todos los poros permeables se saturen de agua.

2.2. Ensayo

a. Después de haber transcurrido las 24 horas de estar la muestra sumergida en agua, esta se retirará del recipiente y con un paño grande y absorbente, se secan las partículas hasta que la película visible de agua se elimine (Es decir que este en la condición de saturada superficialmente seca).

- b. Pesar aproximadamente 2000 gramos de la muestra saturada y superficialmente seca y anote su peso (B).
- c. Determinar el peso de la cesta sumergida (E).
- d. Colocar la muestra en la cesta y determine el peso de la cesta más la muestra sumergida (D).
- e. Retirar la muestra de la cesta y depositarla en una tara, seguidamente introducirla al horno por un periodo de 24 horas a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- f. Transcurridas las 24 horas, se retirará la muestra del horno y se dejará enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente, una vez alcanzada se determinará el peso de la grava seca.
- g. Calcular la gravedad específica con las fórmulas siguientes:

Gravedad Especifica Corriente

$$GE = A / (B - C)$$

Gravedad Especifica en condición satura superficialmente seca

$$GE_{ss} = B / (B - C)$$

Gravedad Especifica Aparente

$$GE_a = A / (A - C)$$

Dónde:

A = Peso de la muestra seca

B = Peso de la muestra en condición saturada superficialmente seca

C = Peso de muestra sumergida = D - E

Nota: Algunos usuarios de este método de ensayo, pueden desear expresar los resultados en términos de densidad, la cual puede ser determinada multiplicando la gravedad específica por la densidad del agua. Siendo su valor a la temperatura de 4°C 1000 Kg/m^3 o 1.0 g/cm^3 (62.43 lb/ft^3).

6.7.4.3. Peso volumétrico seco suelto y seco compacto (PVSS y PVSC)

6.7.4.3.1. Equipo

- Molde de compactación.
- Balanzas con precisión de 1.0 gramo.
- Varilla de acero de 5/8 pulgadas (16mm) de diámetro, aproximadamente 24 pulgadas (600mm) de longitud, con al menos uno de sus extremos acabado en forma de bala.
- Moldes o recipientes cilíndricos manejables y suficientemente rígidos para evitar su deformación, cumpliendo los siguientes requisitos dimensionales:

Tabla 6. Requisitos dimensionales de los moldes

Tamaño máximo del agregado		Capacidad del recipiente		
Pulgadas	Milímetros	Pies ³	Litros	Metros ³
1/2	12.5	1/10	2.8	0.0028
1	25	1/3	9.3	0.0093
1 1/2	37.5	1/2	14	0.014
3	75	1	28	0.028
4	100	2 1/2	70	0.070
5	125	3 1/2	100	0.100

Fuente: (Brigitte, 2019)

- Pala o cucharón.
- Espátulas.
- Placa de vidrio de ¼ pulgada de diámetro.
- Termómetro.
- Probeta graduada (equipo para la calibración del recipiente).
- Horno, que mantenga una temperatura constante de 110 ± 5 °C.
- Charolas.
- Recipientes volumétricos (taras) resistentes al calor y de volumen suficiente para contener la muestra.

6.7.4.3.2. Procedimiento

1. Determinación del factor de calibración de los moldes (FC)

- a. Pesar el molde y anotar su peso.
- b. Llenar el molde con agua a la temperatura ambiente, enrase con la placa de vidrio eliminando las burbujas.
- c. Determinar el peso neto del agua contenido en el molde más el molde con aproximación de 1.0 gramos.
- d. Medir la temperatura del agua y determinar el peso específico de la misma haciendo uso de la tabla siguiente:

Tabla 7. Densidad del agua a diferentes temperaturas

Temperatura		Densidad del agua	
°F	°C	Lb/pie ³	Kg/m ³
60	15.6	62.366	999.01
65	18.3	62.366	998.54
70	21.1	62.301	997.97
73.4	23	62.274	997.54
75	23.9	62.261	997.32
80	26.7	62.216	996.60
85	29.4	62.166	995.80

Fuente: (Brigitte, 2019)

- e. Calcular el volumen V, del molde dividiendo el peso del agua exigido para llenar el molde por la densidad del agua a la temperatura de ensaye y el factor de calibración (FC) dividiendo la densidad del agua a la temperatura de ensaye por el peso neto de agua para llenar el molde.

2. Procedimientos para la determinación de los pesos volumétricos

2.1. Determinación del Peso Unitario o Volumétrico Seco Suelto (PVSS)

- a. Seleccionar una muestra representativa por cuarteo del agregado a ensayar (Grava o Arena), la muestra debe estar previamente seca (secada al horno)

- b. Pesar el recipiente adecuado, según tamaño de agregado y anotar su peso
- c. Depositar el material en el recipiente, procurando efectuar esta operación con ayuda de un cucharón utilizando una altura constante sobre la parte superior del molde que no exceda de cinco centímetros (el puño de la mano). Una vez llenado el recipiente enrasar, para realizar esta operación si el material es grava utilice los dedos de la mano, si es arena con ayuda de un enrasador.
- d. Pesar el recipiente con el material contenido y anote su peso
- e. Repetir este procedimiento tres veces como mínimo
- f. Calcular el Peso Volumétrico Seco Suelto con la formula siguiente:

PVSS (Kg/m³) = ((Peso del material suelto+ recipiente) – Peso del recipiente) / Volumen del recipiente

Se puede determinar también el PVSS con la siguiente formula:

PVSS = ((Peso del material suelto+ recipiente) – Peso del recipiente) * FC

2.2. Determinación del Peso Unitario o Volumétrico Seco Compacto (PVSC)

Se presentan dos posibilidades dependiendo del tamaño del agregado que use.

2.2.1. Peso Volumétrico Seco envarillado

Aplicables a agregados con tamaño máximo de 2 pulgadas

- a. Seleccionar una muestra representativa por cuarteo del agregado a ensayar, la muestra debe estar previamente seca (secada al horno)
- b. Pesar el recipiente adecuado (según tamaño de agregado) y anote su peso.
- c. Depositar el material en el recipiente, en tres capas de un tercio aproximadamente, procurando efectuar esta operación con ayuda de un cucharón utilizando una altura constante sobre la parte superior del molde, que no exceda de cinco centímetros (el puño de la mano).
- d. Primero depositar material hasta un tercio de capacidad del recipiente, aplicándole 25 golpes con ayuda de la varilla punta de bala, distribuyéndolos uniformemente sobre la superficie, no

permita que la varilla toque con fuerza el fondo del recipiente. Luego se llena con material hasta el segundo tercio y se vuelve a golpear 25 veces con la varilla punta de bala.

e. A continuación, se llena completamente el recipiente y se vuelve a golpear 25 veces con la varilla

f. Después de haberle aplicado los 25 golpes a la última capa enrase, para realizar esta operación si el material es grava utilice los dedos de la mano, si es arena con ayuda de un enrasador.

g. Pesar el recipiente con el material contenido y anote su peso.

h. Repetir este procedimiento tres veces como mínimo.

Calcule el Peso Volumétrico Seco Compacto con la siguiente formula:

$PVSC (Kg/m^3) = ((\text{Peso del material compacto} + \text{ recipiente}) - \text{Peso del recipiente}) / \text{Volumen del recipiente}$

Se puede determinar también el PVSC con la siguiente formula:

$PVSC = ((\text{Peso del material compacto} + \text{ recipiente}) - \text{Peso del recipiente}) * FC$

2.2.2. Peso Volumétrico Seco Compacto

a. Para materiales pétreos de tamaño comprendido entre 2” y 4”

b. El recipiente se debe llenar en tres capas, cada capa corresponderá a un tercio de la altura del recipiente

c. Se compactará mediante el golpeo del recipiente en diferentes posiciones, desde una altura de 5 centímetros, se deja caer el recipiente por su propio peso alternándose las caídas en dos de sus bordes diametralmente opuesto, siendo el número de ellas de 25 por cada lado hasta completar 50 golpes por capa

d. Al finalizar el compactado enrasar el recipiente a fin de equilibrar los huecos con los salientes que tengan las piedras

e. Determinar el peso del material más el recipiente.

f. Calcular el PVSC

6.7.4.4.Desgaste o abrasión por el método de la máquina de los ángeles

6.7.4.4.1. Equipo

- Máquina de Los Ángeles.
- Cargas abrasivas (esferas de acero).
- Grava.
- Balanza de precisión.
- Charolas.
- Horno de temperatura constante de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Tamices de los siguientes tamaños: 3", 2.5", 2", 1.5", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", No. 4, No.8 y No.12.

6.7.4.4.2. Procedimiento

a. La cantidad de agregado grueso a utilizar en esta práctica dependerá del grado de la muestra. Para los grados A, B, C y D se utilizarán 5000 ± 10 gramos, mientras que para los grados E, F y G se usarán 10,000. En la siguiente tabla se muestra la determinación del grado en base a la permisibilidad y retención de material en los tamices.

Tabla 8. Cantidad de muestra a tomar

Tamices		Cantidades de cada fracción de tamaño de acuerdo con el grado de la muestra (gramos)						
Pasa por	Retiene en	A	B	C	D	E	F	G
3"	2.5"					2500±50		
2.5"	2"					2500±50		
2"	1.5"					5000±50	5000±50	
1.5"	1"	1250±25					5000±50	5000±50
1"	3/4"	1250±25						5000±50
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10					
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10					
3/8"	1/4"			2500±10				
1/4"	No.4			2500±10				
No.4	No.8				5000±10			
Total		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	10000±50	10000±50	10000±50

Fuente: (Brigitte, 2019)

Nota: El día previo a la realización de la práctica se deberá lavar el material, luego pasará 24 horas dentro del horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

b. La determinación del grado de la muestra se toma a partir de la granulometría, es decir, el material será colocado en los tamices para asegurarnos que la muestra satisfaga los requerimientos de la normativa.

c. La cantidad de esferas que serán introducidas en la Máquina de los Ángeles dependerá del grado de la muestra, la siguiente tabla muestra el funcionamiento de esta relación:

Tabla 9. Cantidad de esferas

Grado de la muestra	No. De esferas	Peso de carga (g)
A	12	5000±25
B	11	4584±25
C	8	3330±20
D	6	2500±15
E	12	5000±25
F	12	5000±25
G	12	5000±25

Fuente: (Brigitte, 2019)

d. Realizados los pasos anteriores, el material se introducirá dentro de la máquina de los Ángeles acompañado de la cantidad de cargas abrasivas (esferas de acero) que se encuentran especificadas en la tabla del inciso

e. Iniciar la máquina y ajustar el medidor de la máquina de la siguiente manera:

Para los grados A, B, C y D 500 revoluciones.

Para los grados E, F, y G 1000 revoluciones.

La velocidad sugerida es de 30-33 rpm (revoluciones por minuto).

f. Al terminar el paso 5, el material deberá ser extraído del anterior de la máquina y tamizarlo en la malla No 12.

g. El material será lavado e introducido al horno nuevamente.

h. Realizado el paso g, la muestra se extraerá y será pesada. En base a este nuevo peso se realizará el cálculo del porcentaje de desgaste:

$$\% \text{ Desgaste} = ((P_o - P_f) / P_o) * 100$$

En donde:

P_O = Muestra antes de ser introducida a la Máquina de los Ángeles

PF = Muestra resultante extraída de la Máquina de los Ángeles luego de ser tamizada, lavada y secada por 24 en el horno.

6.7.4.5. Cilindros de concreto

6.7.4.5.1. Equipo

- Recipiente: carretilla. (Capacidad de al menos 75 mm).
- Placa de vidrio para remover exceso de hormigón.
- Aparato medidor de temperatura. (Variación de 1° F, 0.5 °C dentro del rango de 30° F hasta 120° F, 0° C hasta 50° C).
- Receptáculo (carretillas).
- Herramientas manuales: palas, cucharas de mano.
- Llanas metálicas y guantes de goma.
- Molde metálico. (Cono de Abram).
- Molde metálico de 6" x 12".
- Varilla de apisonamiento (Varilla punta de bala).
- Mazo.
- Máquina de Compresión de 6000KN.
- Dispositivo de medición. (Regla graduada en mm o cinta metálica enrollable para medir).
- Medidor de aire Tipo B.

6.7.4.5.2. Procedimiento

Procedimiento para la fabricación de mezclas de concreto

Para ensayos de resistencia se requiere un volumen mínimo de 1 pie³. El tamaño de las muestras debe estar en función del tamaño máximo del agregado.

1. Procedimiento para la medición de temperatura del concreto hidráulico recién mezclado (ASTM C1064)

a. Colocar el aparato medidor de temperatura en la mezcla de concreto recién mezclado, de modo que el sensor de temperatura esté sumergido al menos 3 pulgadas (75mm). Presionar suavemente la superficie del concreto alrededor del aparato medidor de temperatura de modo que la temperatura ambiente no afecte la medición.

b. Dejar el aparato medidor de temperatura en la mezcla de concreto recién mezclado por un periodo mínimo de dos minutos, o hasta que la lectura de temperatura se estabilice, entonces se deberá registrar la misma.

c. La determinación de temperatura debe realizarse en un tiempo no mayor de cinco minutos a partir de la obtención de la muestra de concreto recién mezclado, excepto para el concreto que contiene un agregado de tamaño nominal máximo mayor de 3 pulg. Con agregado mayor que 3 pulg, asegúrese que la temperatura se haya estabilizado antes de registrar la lectura (puedes requerir hasta 20 minutos antes que la temperatura se estabilice después del mezclado)

2. Procedimiento para determinación del revenimiento en el concreto a base de cemento hidráulico (ASTM C 143)

a. Humedecer el interior del molde.

b. Colocar el molde en un lugar rígido, húmedo, plano, superficie no absorbente, libre de vibraciones, que sea suficientemente larga para contener todo el concreto.

c. Sostener el molde firmemente en su lugar mediante estar de pie en los lados del molde. Usar una abrazadera es también aceptable para sostener la base del molde.

d. Usando la cuchara, llene el molde con tres capas, luego mueva la cuchara alrededor del perímetro del molde abierto para asegurar una distribución homogénea del concreto.

e. Para la primera capa: Llenar el molde aproximadamente $\frac{1}{3}$ de su volumen ($2\frac{5}{8}$ de pulgadas. (70 mm)); con la parte inferior de la barra golpear la mezcla 25 veces. Los golpes deben ser uniformemente distribuidos sobre toda la sección de la capa; incline la barra de tal manera que pueda alcanzar lugares cerca del perímetro y progresivamente en espiral.

f. Para la segunda capa: Llene el molde aproximadamente $\frac{2}{3}$ de su volumen, $6\frac{1}{8}$ de pulgadas (160 mm); de igual manera golpear la mezcla 25 veces con la parte inferior de la barra, penetrando la segunda capa y una pulgada de la primera (25 mm). Los golpes deben continuar siendo uniformemente sobre toda la sección de la capa.

g. Para la tercera capa: Llenar de concreto hasta la superficie del molde, realizar otros 25 golpes con la parte inferior de la barra, de tal manera que se penetre la tercera capa y una pulgada de la segunda (25 mm). Los golpes deben continuar siendo uniformes sobre toda sección de la capa. Si

durante los golpes se observa que el concreto está por debajo del molde, adherir un excedente sobre el molde. Continúe con el conteo de los golpes antes del borde alcanzado.

h. Remover el excedente de concreto de la superficie con la barra, dejando emparejado la superficie.

i. Mientras se mantiene bajo presión hacia abajo, retire cualquier partícula de cemento que se pueda encontrar en la zona que rodea la base del molde.

j. Retire inmediatamente el molde, levantándolo cuidadosamente en una dirección vertical. No debe haber movimientos laterales o de torsión del molde mientras se levanta. Levantar el molde, a una distancia de 12 pulgadas (300 mm).

k. Completar la prueba de revenimiento, desde el inicio del llenado hasta la extracción del molde con cero interrupciones, sin exceder un lapso de 2 minutos y medio.

l. Si se produce una caída del concreto de un lado o una porción de la masa, no haga caso del ensayo y realícelo nuevamente con otra porción de concreto.

m. Medir inmediatamente el revenimiento. Esta es la distancia vertical entre la parte superior del molde hasta el conteo original de la superficie de la muestra.

n. Reporte la caída en pulgadas, a la $\frac{1}{4}$ de pulgada más cercana de esta durante el ensayo.

3. Procedimiento para la determinación del contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método por presión (ASTM C 231)

a. Humedecer el interior del cuenco de medición.

b. Colocar el cuenco sobre una superficie plana, nivelada y firme.

c. Colocar el concreto en el interior del cuenco de medición en tres capas de aproximadamente igual volumen. Cada capa se debe compactar uniformemente con 25 penetraciones de la varilla. La primera capa se compacta en todo su espesor, se debe tener cuidado de no dañar el fondo del cuenco de medición, la segunda y tercera capa se compactarán penetrando la capa correspondiente y 1 pulgada de la capa anterior.

- d. Golpear los costados del cuenco de medición vigorosamente de 10 a 15 veces con el mazo de goma, para cerrar cualquier hueco dejado y liberar todas las burbujas grandes de aire que puedan haber quedado atrapadas.
- e. Enrasar la superficie superior del cuenco deslizando la barra de enrasado hasta que el cuenco esté lleno a nivel. Enrasar el concreto con una placa de enrase para producir una superficie lisa, presionar la placa de enrase contra la superficie del concreto del recipiente, se deben cubrir dos terceras partes de la superficie, y luego, enrasar nuevamente toda la superficie superior del recipiente.
- f. Limpiar completamente las bridas o bordes del cuenco de medición y las del sistema de tapa, para la posterior obtención de un sello hermético a presión.
- g. Armar el aparato, cerrar la válvula principal de aire entre la cámara de aire y el cuenco de medición y abrir ambas llaves de purga.
- h. Inyectar agua a través de una llave de purga, usando una jeringa de goma, hasta que emerja agua por la llave de purga opuesta. Sacuda suavemente el medidor hasta que expela todo el aire desde la misma llave de purga.
- i. Cerrar la válvula de purga de aire y bombee aire dentro de la cámara de aire hasta que el índice del manómetro marque la línea de presión inicial.
- j. Dejar que el aire comprimido se enfríe unos segundos hasta la temperatura normal.
- k. Estabilizar el índice del manómetro en la línea de presión inicial mediante bombeo o purga de aire, según convenga, golpeando el manómetro ligeramente con la mano.
- l. Cerrar ambas llaves de purga y abrir la válvula principal de aire.
- m. Golpear los lados del cuenco de medición con el mazo para liberar las restricciones locales, y golpear suavemente el manómetro con la mano, para estabilizar su índice.
- n. Leer el porcentaje de aire y liberar la válvula principal de aire.
- o. Calcular el contenido de aire de la mezcla ensayada con la siguiente ecuación:

$$A_s = A_1 - G$$

Donde:

As = Contenido de aire de la mezcla ensayada (%)

A1 = Contenido aparente de aire de la muestra ensayada (%)

G = Factor de corrección por agregado (%)

p. Reporte el contenido de aire de la muestra de concreto al 0.1% más cercano luego de sustraer el factor del agregado, a menos que la lectura del indicador del medidor exceda el 8%, en cuyo caso debe de reportarse a la ½ división de la escala más cercana del dial.

4. Procedimiento para la fabricación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón, cilindros de prueba de concreto (ASTM C 31)

a. Colocar el molde sobre una superficie rígida, horizontal y nivelada.

b. Colocar el concreto en el interior del molde, depositándolo con cuidado alrededor del borde para asegurar la correcta distribución del concreto y una segregación mínima.

c. Llenar el molde en tres capas iguales, aproximadamente 1/3 de volumen del molde.

d. Cada capa se debe compactar con 25 penetraciones de la varilla, distribuidas uniformemente en forma de espiral, comenzando por los bordes y terminando en el centro. La capa inferior se compacta en todo su espesor, la segunda y tercera capa se compacta penetrando la capa correspondiente y 1 pulgada de la capa anterior.

e. Golpear ligeramente de 10 a 15 veces los lados exteriores del molde con el mazo de goma para cerrar los agujeros dejados por el rodamiento y liberar cualquier burbuja de aire grande que pueda haber atrapado.

f. Retirar cualquier exceso de hormigón con la varilla de apisonamiento para producir una superficie uniforme.

g. Proteger adecuadamente la cara descubierta de los moldes con películas plásticas para evitar la pérdida de agua por evaporación

h. Marcar el molde de la muestra para identificar el concreto que representa.

- i. Después de elaborar las probetas se transportarán al lugar de almacenamiento donde deberán permanecer sin ser perturbados durante el periodo de curado inicial. En caso de que la parte superior de la probeta se dañe durante el traslado se debe dar nuevamente el acabado.
 - j. No deben transcurrir más de 15 minutos entre las operaciones de muestreo y el moldeo del pastón de concreto.
 - k. Las probetas se retirarán de los moldes entre las 18 y 24 horas después de moldeadas.
 - l. Después de desmoldar las probetas, y antes de que transcurran 30 minutos después de haber removido los moldes, almacene las probetas en la pila de curado.
5. Procedimiento del Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto (ASTM C 39)
- a. Remover el espécimen de concreto del cuarto de curado.
 - b. Trasladar del cuarto de curado al lugar de ensayo, el espécimen de concreto en una cubeta llena de agua, ya que deben ser ensayados en condición húmeda.
 - c. Todos los especímenes para una edad de ensayo dado, deberá ser roto con una tolerancia de tiempo permisible, a como se muestra a continuación:

Tabla 10. Tolerancia de tiempo permisible para cilindros de concreto

Edad del ensayo	Tolerancia permitida
24 horas	± 0.5 horas o 2.1 %
3 días	± 2 horas o 2.8 %
7 días	± 6 horas o 3.6 %
28 días	± 20 horas o 3.0 %
90 días	± 2 días o 2.2 %

Fuente: (Brigitte, 2019)

- d. Colocación del espécimen - Coloque la placa inferior, con su cara endurecida hacia arriba sobre la mesa o bloque de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque de carga con asiento esférico.

- e. Limpie las superficies de carga de los bloques superior e inferior y del espécimen del ensayo.
- f. Coloque el espécimen de ensayo en el bloque de carga inferior y cuidadosamente alinee el eje del espécimen con el centro de carga del bloque con asiento esférico.
- g. Verificación Cero y Asiento del Bloque – Antes de ensayar el espécimen, verifique que el indicador de carga este en cero. (En casos donde el indicador no esté en cero, ajuste el indicador).
- h. Después de colocar el espécimen en la máquina, pero antes de aplicar la carga sobre la muestra, incline suavemente la porción móvil del bloque asentado a mano para que la cara de apoyo aparezca paralela a la parte superior de la muestra de prueba.
- i. Razón de carga – Aplicar la carga continuamente y sin impacto, se recomienda una razón de aproximadamente 0.25 ± 0.05 MPa/s.
- j. Aplique la carga hasta que el espécimen falle y anote el esfuerzo máximo soportado por el espécimen durante el ensayo. (Note el tipo de falla y apariencia del concreto).

6.7.5. Método de interpretación

Este método se empleó en la interpretación de los resultados que se obtuvieron de los ensayos de laboratorios que se les realizaron a las muestras representativas de los bancos de materiales en estudio y luego se comparó con las especificaciones técnicas y normas establecidas por la ASTM, determinando su calidad y utilización en la construcción.

6.8. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se utilizaron los siguientes softwares:

El conjunto de softwares de Microsoft Office, como son Microsoft Word, Microsoft PowerPoint y Microsoft Excel, donde se emplearon en la redacción del documento, presentación para la defensa de la investigación, en el procesamiento de los datos y la realización de gráficas respectivamente.

Google Earth, el cual se utilizó para la localización, delimitación y obtención de las diferencias de alturas o desniveles, el perímetro y el área que poseen los bancos en estudio.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Levantamiento topográfico

7.1.1. Banco de material de Villa Nueva

Para la realización del levantamiento topográfico, se recorrió todo el perímetro del banco de material, en compañía de don Santiago Toroño (propietario), donde se tomaron una serie de puntos con el GPS, los cuales se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Coordenadas UTM de los puntos que forman la poligonal del banco de Villa Nueva

Punto	X	Y	Zona
1	817145	1307644	16p
2	817127	1307675	
3	817182	1307839	
4	817283	1307838	
5°	817340	1307755	
6	817339	1307656	
7	817285	1307595	
8	817222	1307546	

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente las coordenadas de cada punto fueron insertadas en el software de Google Earth, para determinar la poligonal del terreno.

Imagen 3. Poligonal del banco de materiales de Villa Nueva



Fuente: Google Earth

Con la poligonal del banco de material, se obtuvieron los siguientes datos:

Perímetro: 799 m

Área: 44,008 m² o 4.40 Ha

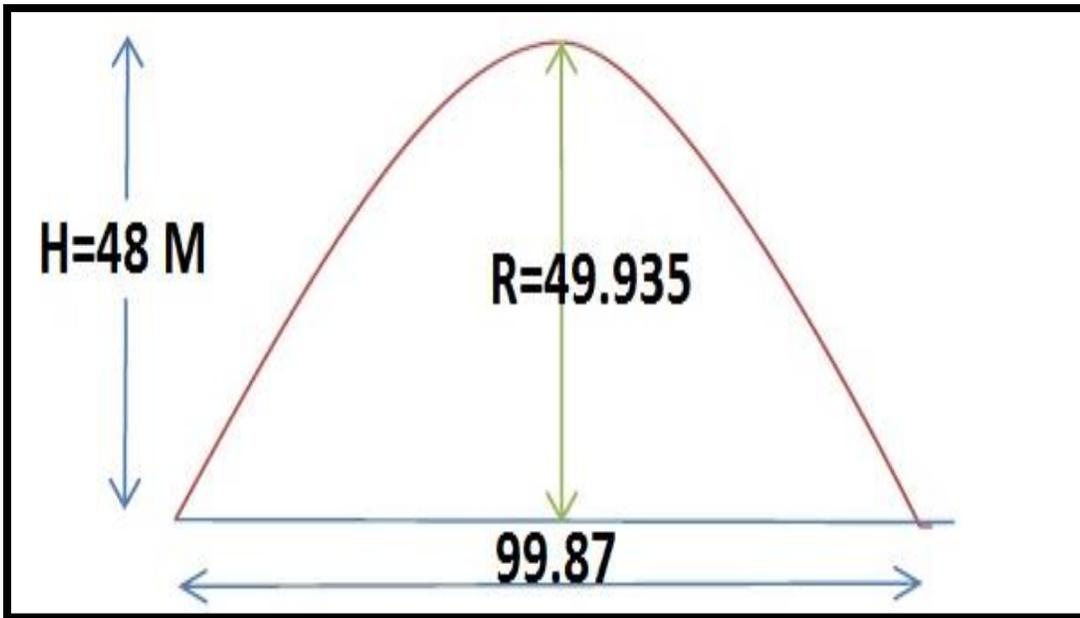
Altura: 48 m

La fórmula a utilizar para el cálculo del volumen es:

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

7.1.2. Volumen útil del banco de material de Villa Nueva

Imagen 4. Dimensiones del banco de materiales de Villa Nueva



Fuente: Elaboración propia

$$\text{Volumen útil} = \frac{1}{3}\pi (49.935)^2 (48) = \underline{125,337.19\text{ m}^3}$$

7.1.3. Banco de material El Arenal

Para la realización del levantamiento topográfico, se recorrió todo el perímetro del banco de material, en compañía de don José Rocha (propietario), donde se tomaron una serie de puntos con el GPS, los cuales se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. Coordenadas UTM de los puntos que forman la poligonal del banco El Arenal

Punto	X	Y	Zona
1	824493	1318323	16p
2	824512	1318271	
3	824467	1318258	
4	824442	1318284	

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente las coordenadas de cada punto fueron insertadas en el software de Google Earth, para determinar la poligonal del terreno.

Imagen 5. Poligonal del banco de materiales El Arenal



Fuente: Google Earth

Con la poligonal del banco de material, se obtuvieron los siguientes datos:

Perímetro: 202 m

Área: 2,440 m² o 0.24 Ha

Altura: 10 m

La fórmula a utilizar para el cálculo del volumen es:

Volumen= Área * Altura

7.1.4. Volumen útil del banco de material El Arenal

Volumen útil= (2440) (10) = 24,400 m³

7.2. Ensayos del agregado fino

7.2.1. Ensayo de granulometría de agregado fino

Determinación del análisis granulométrico para los agregados finos (Arena).

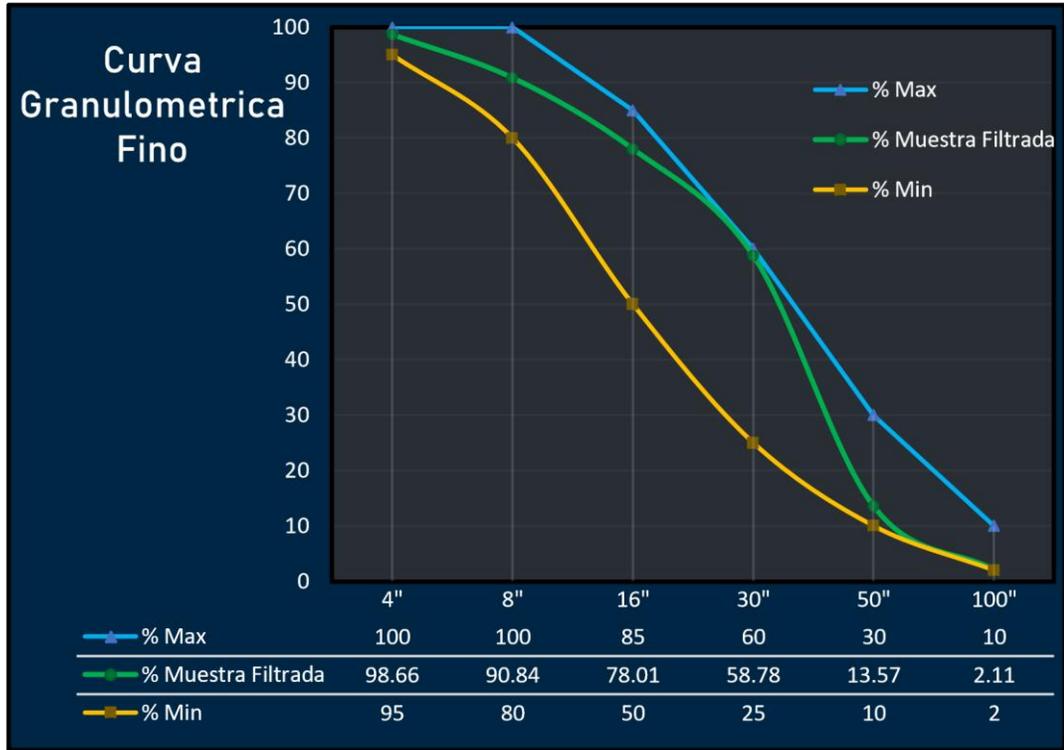
Tabla 13. Resultados del ensayo de granulometría del agregado fino

Tamiz	% que pasa	Especificación ASTM C33
4	99	95-100
8	91	80-100
16	78	50-85
30	59	25-60
50	14	10-30
100	2	2-10

Fuente: (UCA, 2019)

En la tabla 13, se refleja los resultados del ensayo de granulometría del agregado fino (arena), en donde se observa los tamaños de tamices utilizados y los porcentajes que pasan están o concuerdan con el margen de calidad que presenta la ASTM C33.

Imagen 6. Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: (UCA, 2019)

Grafica de curva granulométrica del agregado fino (arena), en esta grafica se logra ver que el material ensayado cumple con los márgenes que presenta la norma ASTM C 33

Módulo de finura obtenido:

Tabla 14. Módulo de finura

MF	2.6
----	-----

Fuente: (UCA, 2019)

La norma ASTM C33 nos indica que el agregado fino no deberá tener más del 45% pasando cualquier tamiz y retenido en el próximo tamiz consecutivo, lo cual se puede ver reflejado en la tabla de resultados, y su módulo de finura no será inferior a 2.3 ni superior a 3.1, donde se puede apreciar que el módulo de finura del material ensayado es de 2.6, cumpliendo con lo indicado en la norma.

7.2.2. Ensayo de pesos volumétricos seco suelto y seco compacto

Tabla 15. Resultados de los ensayos de peso volumétrico seco suelto y seco compacto del agregado fino

PVSS (Kg/m ³)	1,562.63
PVSC (Kg/m ³)	1,650.26

Fuente: (UCA, 2019)

En la tabla 15, se presentan los resultados de los ensayos del peso volumétrico seco suelto y seco compacto demostrando los valores de densidad de los materiales que son necesaria para métodos de diseño de proporciones de mezclas, también se puede utilizar para determinar la relación masa volumen.

7.2.3. Ensayo de gravedad específica

Tabla 16. Resultado del ensayo de gravedad específica

Gravedad Específica	2.6
---------------------	-----

Fuente: (UCA, 2019)

7.3. Ensayos del agregado grueso

7.3.1. Ensayo de granulometría de agregado grueso

Determinación del análisis granulométrico para los agregados gruesos.

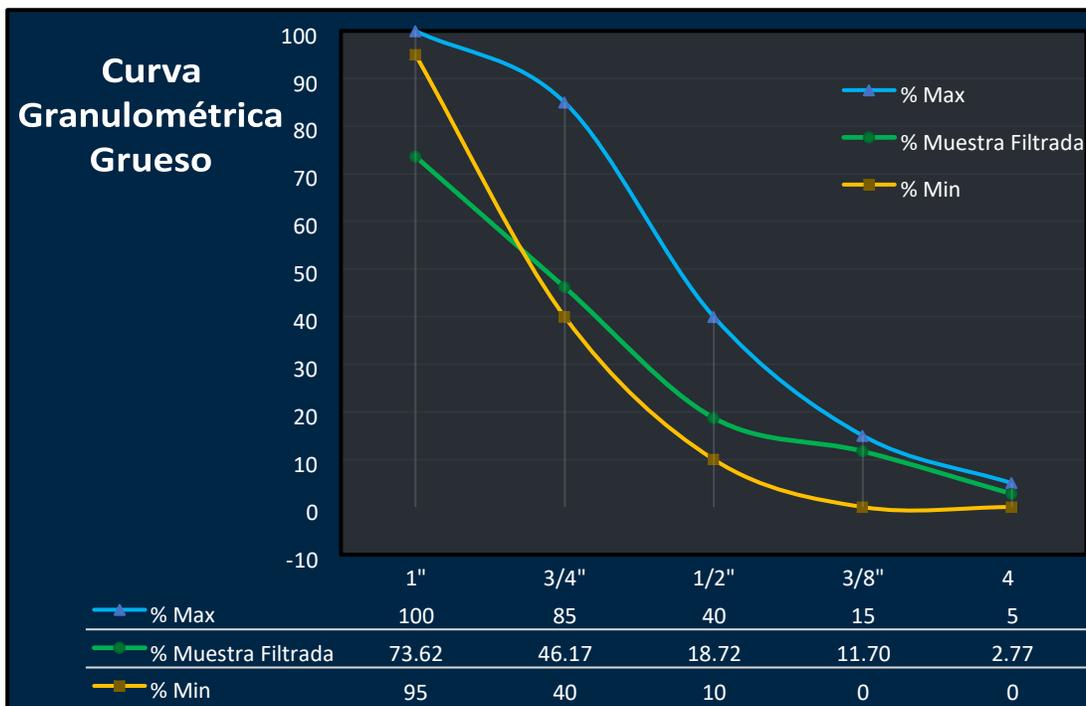
Tabla 17. Resultados del ensayo de granulometría del agregado grueso

Tamiz	% que pasa	Especificación ASTM-C33
1"	73.62	95-100
3/4"	46.17	40-85
1/2"	18.72	10-40
3/8"	11.70	0-15
4	2.77	0-5

Fuente: (UCA, 2019)

En la tabla 17, se refleja los resultados del ensayo de granulometría del agregado grueso (grava), se observa los tamaños de tamices utilizados y los porcentajes que pasan.

Imagen 7. Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: (UCA, 2019)

7.3.2. Ensayo de pesos volumétricos seco suelto y seco compacto

Tabla 18. Resultados de los ensayos de peso volumétrico seco suelto y seco compacto del agregado grueso

PVSS (Kg/m ³)	1,440.09
PVSC (Kg/m ³)	1,637.3

Fuente: (UCA, 2019)

7.3.3. Ensayo de Gravedad específica

Tabla 19. Resultados del ensayo de gravedad específica del agregado grueso

Gravedad Específica	2.75
---------------------	------

Fuente: (UCA, 2019)

7.3.4. Ensayo de desgaste o abrasión por el método de la máquina de los ángeles

Tabla 20. Resultados del ensayo de desgaste o abrasión por el método de la máquina de los ángeles

Descripción según artículo 11	Resultados
11.1.1 - Información General	Material triturado, con tamaño nominal máximo de 1 1/2"
11.1.2 - Método utilizado según tabla N° 1 Pág. N° 3	Método A
11.1.3 - Perdida por abrasión e impacto	13

Fuente: (UCA, 2019)

Este ensayo da a conocer, el porcentaje de desgaste que este sufrirá en condiciones de roce continuo de las partículas y las esferas de acero. Esto nos indica si el agregado grueso a utilizar es el adecuado para el diseño de mezcla y la fabricación de concreto.

7.4. Ensayo de diseño de mezclas de concreto

Materiales utilizados para la realización del concreto.

Cemento: Canal

Agua: Potable

Arena: arena blanca del banco de material El Arenal

Piedra triturada del banco de material de Villa Nueva

Tabla 21. Datos para el diseño de una dosificación de concreto

MATERIALES	DENSIDAD (SIN UNIDAD)	P.V.S.S Kg/m ³	P.V.S.C Kg/m ³	REVENIMIENTO: De 1 a 4"	
CEMENTO	3.40	1,052.00	1,215.00	Relación A / C:	0.55
AGUA	1.00	1,000.00		Agua libre Litro:	200.00
ARENA	2.6	1,562.53	1,650.26		
PIEDRA 3/4"	2.75	1,440.09	1,637.30		

Fuente: (UCA, 2019)

En la tabla 21, presentada anteriormente se muestra en la primera columna los materiales utilizados para la elaboración del concreto, seguidamente en las columnas 2, 3 y 4; se reflejan los valores obtenidos de los ensayos de densidad, peso volumétrico seco suelto y peso volumétrico seco compacto respectivamente.

La última columna presentada en la tabla refleja el rango de los valores permisibles para el revenimiento del concreto, al igual se muestra la relación de agua cemento y la cantidad de agua que se empleó para el diseño de la dosificación de concreto.

Tabla 22. Dosificación de concreto de 3000 PSI

MATERIALES	DOSIFICACION POR m3	
	PESO (Kg)	VOLUMEN (Lt)
CEMENTO	358.17	1,327.00
AGUA TOTAL	200.00	200.00
ARENA	744.38	287.00
PIEDRA 3/4"	1,047.87	380.00
TOTAL	2,350.42	2,194.00

Fuente: (UCA, 2019)

En la tabla 22, se muestran las cantidades obtenidas del diseño de dosificación de un metro cúbico de concreto con resistencia de 3000 PSI; dicha dosificación fue elaborada con los materiales obtenidos de los bancos en estudio y los parámetros de diseño establecidos por la norma ACI 211.1.

VIII. CONCLUSIONES

El volumen del banco de material El Arenal es de $24,400 \text{ M}^3$, con un perímetro de 202 m y El volumen del banco de material de Villa Nueva es de $125,337.19 \text{ M}^3$, con un perímetro de 779 M, dando en total $149,737.19 \text{ M}^3$ de material encontrados para ser extraídos del sitio.

En donde se llegó a la conclusión de acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorios realizados en la Universidad Centroamericana(UCA) donde se comprobó que los materiales que poseen estos bancos de préstamo es de tipo arena y grava los cuales presentaron características óptimas los cuales cumplieron los márgenes establecidos por las normas de la ASTM.

Estos materiales ensayados por sus características físicas, mecánicas cumplen con dichas normas, los cuales son requeridos para su debida utilización en áreas tanto de obras verticales como horizontales donde requiera una resistencia de 3000 PSI, estos bancos de el Arenal ubicado a 35 km del municipio de Bluefields y el de Villa Nueva a 65 km del municipio de Bluefields RAACCS 2020.

Según ACI 318S-05 aquellos materiales que no cumplen con todas las normas que establece la ASTM pueden permitirse mediante una aprobación especial, cuando se presente evidencia aceptable y tenga una larga historia de comportamiento satisfactorio, lo que permite la arena ser utilizada para la elaboración de concreto en los puntos agrupados, como resultado de haber cumplido satisfactoriamente con la resistencia diseñada.

Los efectos negativos que se generan durante la explotación a los bancos de material de el Arenal y Villa nueva en general son moderados, siendo los factores ambientales los más afectados: El suelo, la Geología y la geomorfología del lugar, producto de las actividades de destape y extracción del material.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Realizar con base en esta investigación, estudios de otros bancos de materiales de la región para tener un criterio más amplio de la calidad y uso de bancos de materiales propios de la ciudad.

- Las instituciones gubernamentales y empresas dedicadas a la construcción de obras públicas y privadas, crear una base de datos de calidad de materiales que presenten cada banco existente en la región.

- Implementar medidas y prácticas adecuadas de los procesos de explotación y manejo de banco de materiales de la zona, tomando en cuenta la seguridad laboral y el medio ambiente.

- La ocupación de materiales extraídos de los bancos locales, de los cuales tengan estudios que garanticen la calidad de los mismos y la duración de las obras de infraestructura.

X. REFERENCIAS

- EDUCACIÓN TECNOLÓGICA. (28 de MARZO de 2019). Obtenido de http://contenidosdigitales.ulp.edu.ar/exe/educaciontecnologia/propiedades_mecnicas.html
- Fraly Nazareth López Lugo, M. J. M. V. (Noviembre 2014). Análisis de la calidad de los bancos de materiales utilizados en el municipio de Rivas para la construcción de la capa sub-base y base de la superficie de rodamiento. Managua.
- GEOTECNIA FACIAL. (29 de MARZO de 2019). Obtenido de <http://geotecniafacil.com/ensayo-proctor-normal-y-modificado/>
- INGENIERIA CIVIL. (28 de MARZO de 2019) Obtenido de <https://www.ingenierocivilinfo.com/2010/05/clasificacion-de-los-agregados-para.html>.
- LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA. (2019). <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/a74e3adc1d330f5d062570a100584a4c?OpenDocument>.
- LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA. (28 de MARZO de 2019). Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/F3F4076120F76CEF06257379006D6996?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/F3F4076120F76CEF06257379006D6996?OpenDocument)
- LIFEDER.COM. (29 de MARZO de 2019). Obtenido de <https://www.lifeder.com/gravedad-especifica/>
- mindomo. (28 de Abril de 2019). Obtenido de <https://www.mindomo.com/da/mindmap/material-y-equipos-utilizados-en-el-laboratorio-d545b00760c3422aab620c47b71775d>
- Oscar Noel Castillo, J. L. M. H. (Agosto 2018). Calidad de materiales del banco de préstamo en Caño Blanco periferia de la ciudad de Bluefields RACCS. Bluefields.
- Steven H, B. k. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. Chicago, Illinois: Skokie.
- UCA, L. (2019). RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIOS. MANAGUA.

- WIKIPEDIA. (28 de MARZO de 2019). *WIKIPEDIA*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Earth
- WIKIPEDIA. (28 de MARZO de 2019). *WIKIPEDIA*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_granulom%C3%A9trica
- WIKIPEDIA. (28 de MARZO de 2019). *WIKIPEDIA*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Contenido_de_agua
- Wilford Enmanuel Hernández Aguirre, J. E. P. R. (Junio 2016). Análisis de la calidad del banco de agregado fino Sinacapa en el municipio de Altagracia para la elaboración de concreto. Managua
- Brigitte, J. L. (2019). MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIOS (UCA). Managua.

XI. ANEXOS

Imagen 8. Banco de material El Arenal (Agregado fino)



Fuente: Elaboración propia

Imagen 9. Banco de material Villa Nueva (Agregado grueso)



Fuente: Elaboración propia

Imagen 10. Realización del lavado de las muestras, para su posterior utilización



Fuente: Elaboración propia

Imagen 11. Secando las muestras, para su posterior utilización



Fuente: Elaboración propia

Imagen 12. Muestras de las diferentes granulometrías del agregado



Fuente: Elaboración propia

Imagen 13. Secando muestras en el horno



Fuente: Elaboración propia

Imagen 14. Determinando la cantidad de muestra a utilizar para el ensaye de desgaste



Fuente: Elaboración propia

Imagen 15. Máquina de los ángeles, utilizado en el ensaye de desgaste del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Imagen 16. Muestra del agregado grueso a ensayarse más cargas abrasivas



Fuente: Elaboración propia

Imagen 17. Muestra del agregado grueso posterior al ensayo de desgaste



Fuente: Elaboración propia