

BLUEFIELDS INDIAN AND CARIBBEAN UNIVERSITY

BICU



Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Monografía

Para optar al título de Ingeniero Civil

**“Calidad de materiales del banco de préstamo en Caño Blanco
periferia de la ciudad de Bluefields RACCS”**

Autores:

Br. Oscar Noel Castillo

Br. Jorge Luis Montiel Hernández

Tutor: Ing. Ricardo José Chamorro Morales.

Bluefields Nicaragua, Región Autónoma Costa Caribe

Recinto Bluefields

Agosto 2018

APROBACIÓN DE TUTOR

En mi carácter de tutor del Trabajo Monográfico "Calidad de materiales del banco de préstamo en Caño Blanco periferia de la ciudad de Bluefields RACCS" presentado por el ciudadano: **Br. Jorge Luis Montiel Hernández, Cédula de Identidad N° 601-220188-0007L** y **Br. Oscar Noel Castillo, Cédula de Identidad N° 601-261287-0002R** para optar al título de **INGENIERO CIVIL**. Considero que dicho trabajo reúne los requisitos suficientes para ser sometidos a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe y con los requisitos y méritos suficientes para su aprobación.

Dado en la ciudad de Bluefields, a los 07 días del mes de agosto del 2018



Ing/ Ricardo Chamorro
N° Cédula. 001160255 0050V.
N° Móvil: +505 58836218

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios todo poderoso por ayudarme a seguir adelante a pesar de las dificultades que se me presentaron en el camino.

A mis padres por su apoyo incondicional en todo momento, tanto moral como económicamente por sus consejos que me motivaron a no rendirme y continuar hasta cumplir mis metas.

A mi alma mater Bluefields Indian & Caribbean University (BICU) porque a través de sus docente se convirtió en el pilar fundamental de conocimientos que ayudaron a mi formación profesional.

A la empresa CONSORCIO EDICRO IMPULSO por todo el apoyo brindado en el desarrollo de la investigación.

Oscar Noel Castillo

AGRADECIMIENTO A:

Dios todo poderoso por la fuerza que me ha dado para seguir adelante y tener una mente positiva por todos esos tropiezos que tuvimos en conseguir la información y plasmarla en el documento.

Al Ing. Ricardo Chamorro por la paciencia que nos tuvo y brindarnos el apoyo por las coordinaciones con los laboratorios para obtener los resultados de la investigación e información de vital importancia que facilitó la investigación.

A la empresa CONSORCIO EDICRO IMPULSO por permitirme formar parte de su equipo de trabajo en el área de laboratorio para enriquecer conocimientos en la rama de la construcción.

A los maestros de la carrera Ingeniería Civil por su entrega y dedicación a la formación profesional.

La Licenciada Mercedes Ocampo por el apoyo incondicional que nos brindó al momento de estructurar el documento monográfico.

Jorge Luis Montiel Hernández.

DEDICATORIA.

A Dios todo poderoso por haber permitido que alcanzara mis metas y objetivos propuestos durante el transcurso de mis estudios universitarios.

A mi madre por ser un ejemplo de superación en mi vida, por estar siempre apoyándome en todos esos momentos difíciles que la vida interpone.

Al Ing. Ricardo José Chamorro Morales por brindarme su apoyo incondicional en calidad de tutor, jefe y compañeros de trabajo, demostrando ser excelente profesional.

A los maestros de la escuela de Ingeniería Civil por la paciencia durante la formación y apoyo hasta la conclusión de la carrera.

Oscar Noel Castillo.

DEDICATORIA.

A Dios todo poderoso, ser supremo a quien debo y agradezco todo en mi vida y ha sido el principal autor para poder concluir este trabajo de investigación.

A los familiares por su apoyo incondicional durante estos años de estudios. Estas personas son las responsables de formarme con los mejores valores y hábitos. A mis compañeros y estudiantes de la carrera.

Jorge Luis Montiel Hernández.

GLOSARIO.

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

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.

Max: Es la expresión mayor que puede alcanzar una cantidad y se nombra (máximo).

Min: Es la expresión más baja que puede descender un valor numérico y se nombra (mínimo).

Permeabilidad: Es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire y esta es una de la más importante para evitar filtraciones.

Capilaridad: Es la adición de una capa de tierra suelta en la parte superior de un sólido permitiendo que durante el día el agua capilar se evapore por los rayos del sol y durante la noche el suelo permanezca más caliente que el aire ocasionando que se cuartee.

C.B.R.: Está definido como la fuerza requerida para que un pistón penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad.

Cohesión: Adherencia, fuerza que une las moléculas de un cuerpo.

Compacidad: Calidad de compactado, estructura poco porosa.

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.

Compresibilidad: Calidad de compresible. A mayor límite líquido mayor compresibilidad. Indica el porcentaje de reducción en el volumen del suelo, debido

a pérdida de parte del agua entre sus granos cuando está sometido a una presión.

Consistencia: Es el grado de resistencia de un suelo a fluir o deformarse. Con poca humedad los suelos se disgregan fácilmente, con más humedad los suelos se tornan más plásticos.

Estructura: Disposición o arreglo de las partículas fundamentales del suelo (arena, limo y arcilla). Se conocen diferentes tipos y sub-tipos de estructuras (granular, laminar, su-angular y prismática).

Exploración: Acción que se realiza con la finalidad de determinar las condiciones del sub-suelo y sus propiedades físicas, índice y mecánica.

Estabilización: Mezcla de dos o más materiales para que esté presente las propiedades deseables.

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.

Humedad: Es la relación entre el peso de agua retenida y el peso de su fase sólida.

Humedad óptima: Porcentaje de agua necesaria en el momento de la compactación, previamente en un laboratorio.

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

Permeabilidad: Es la propiedad de los suelos que consiste en permitir que el agua penetre en ellos.

Plasticidad: Es la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas sin rebote elástico, sin variación volumétrica y sin desmoronarse ni agrietarse.

Porosidad: Es la relación entre su volumen de vacío y el volumen de vacío y el volumen de su masa.

Propiedades índices: Son propiedades de carácter cualitativo, dadas por características físicas. Las cuales arrojan una idea del comportamiento mecánico del suelo. Estas propiedades son: propiedades físicas y propiedades mecánicas.

Propiedades físicas: Son las propiedades que describen el estado que guardan las partículas componentes del suelo, que definen su apariencia.

Propiedades mecánicas: Son de carácter cuantitativo. Estas propiedades mecánicas describen el comportamiento de los suelos bajo esfuerzos inducidos y cambios del medio ambiente.

Suelo: Es un conjunto de partículas minerales producto de la desintegración mecánica y la descomposición química de rocas, no cementadas, que puedan contener o no materia orgánica.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
III. ANTECEDENTES.....	4
IV. JUSTIFICACIÓN.....	6
V. OBJETIVOS.....	7
5.1. Objetivo General.....	7
5.2. Objetivo Específicos.....	7
VI. MARCO TEÓRICO.....	8
6.1. Bancos de materiales de préstamo.....	8
6.1.1. Localización de bancos.....	8
6.2. Levantamiento topográfico.....	9
6.3. Volumen útil.....	10
6.4. Criterios que se toman en cuenta previo al inicio de la explotación de un banco de material.....	10
6.5.Explotación de materiales.....	11
6.5.1. Descapote de banco de materiales.....	11
6.6.Perforación de roca y voladura por medio del uso de explosivos industriales.....	11
6.7. Criterios de selección del sitio en el momento de instalar la planta de trituración.....	12
6.7.1. Trituración de material.....	13
6.7.2. Planta de trituración.....	13
6.8. Propiedades físicas de los suelos.....	15
6.8.1. Peso específico.....	15

6.8.2.	Tamaño.....	15
6.8.3.	Permeabilidad.....	15
6.8.4.	Cohesión.....	15
6.8.5.	Porosidad.....	15
6.8.6.	Gravedad específica.....	15
6.8.7.	Plasticidad.....	15
6.8.8.	Humedad.....	16
6.8.9.	Enjuta miento.....	16
6.8.10.	Abundamiento.....	16
6.8.11.	Propiedad mecánica ensayos de laboratorios.....	16
6.8.11.1.	Límites de Attenberg.....	16
6.8.11.2.	Determinación del límite líquido (LL).....	16
6.8.11.3.	Determinación del límite plástico (LP).....	16
6.8.11.4.	Ensaye Proctor Estándar.....	17
6.8.11.5.	Relación de carga califonia (CBR).....	17
6.8.11.6.	Análisis granulométrico de los suelos, método mecánico.....	17
6.9.	Ley especial para el uso de bancos de materiales selectos para el aprovechamiento en la infraestructura.....	18
➤	Ley No. 730.....	18
6.9.1.	Art.1.....	18
6.9.2.	Art. 2. Autoridad de aplicación.....	18
6.9.3.	Art. 4 Requisitos.....	19
6.9.4.	Artículo 10.....	20
6.9.5.	Artículo 11.....	21
VII.	PREGUNTAS DIRECTRICES.....	22

VIII.DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
8.1.Descripción del área de estudios.	23
8.2.Tipo de investigación.....	24
8.3.Enfoque de investigación.	25
8.3.1.De corte transversal.	25
8.4.Métodos de investigación.	25
8.4.1.Método de la observación.	25
8.4.2.Método Inductivo.	25
8.4.3.Método Deductivo.	25
8.4.4.Método de interpretación.....	26
8.4.5.Método analítico y síntesis.	26
8.5.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
8.5.1.Levantamiento topográfico con GPS.....	26
8.5.2.Ensayos de laboratorios.	26
8.5.2.1.Análisis granulométrico AASHTO T 88 ASTM D 422.	26
8.5.3.Método Mecánico.	27
8.5.3.1.Procedimiento: Método Análisis Mecánico.	28
8.5.4 Metodología y análisis del proceso.	29
8.5.5.Tamaño de las aberturas de los tamices normalizados.	29
8.5.6. Límites de Attenberg AASHTO T89 Y T90 ASTM D 423 Y D424.....	30
➤Generalidades.	30
➤Definiciones.	30
➤Equipo. 31	
8.5.7.Procedimiento y Cálculo.....	31

8.5.8.Proctor Modificado AASHTO T 180 ASTM D 1557.	34
1. Aparatos	35
2. Molde de 4 pulgadas.	35
3. Molde de 6 pulgadas.	35
4.Pisón o martillo.....	36
8.5.9. Valor Relativo de Soporte (CBR) AASTHO 190 ASTM D 1883.....	38
8.5.9.1. Preparación de los moldes y la utilización de las herramientas.....	39
8.5.9.2. Moldes con tasa, disco y collar.....	40
8.5.9.3. Procedimiento.	40
8.6.Técnicas y procesamiento de la información.....	45
8.7.Variable.	45
IX.RESULTADOS Y SU ANÁLISIS.	47
9.1.Material del banco de préstamo Caño Blanco.....	47
9.1.1.Característica del material.....	47
9.1.2. Utilización del material.....	47
9.1.3. Volumen del banco Caño Blanco.	47
9.1.4. Ecuación del volumen útil del material extraído.	49
9.1.5. Propiedades físicas y mecánicas de los materiales del banco de.....	49
préstamo Caño Blanco.....	49
Imagen No. 2: Análisis Granulométrico Y Límites de Atterberg ASTM C117, 136, ASTM D4318.....	49
9.1.6. Análisis Granulométrico ASTMC117, 136, ASTM D4318.....	50
9.1.7. Análisis Granulométrico ASTM-D422, AASHTO-T88.....	53
9.1.8. Límites de Atterberg AASHTOT-89 y T90 ASTM D424.....	55
9.1.9. Proctor Modificado AASHTO T-180, ASTM D-1557, Valor Relativo de Soporte (CBR) AASTHO T193, ASTM D 1883.....	57

9.1.10. Equivalente de arena, ensaye AASHTO T-176-02, ASTMD2419.....	58
9.1.12. Determinación de densidad y absorción de agregados gruesos AASHTO T-85.....	61
X.CONCLUSIONES.	62
XI.RECOMENDACIONES.....	63
XII.BIBLIOGRAFIA.....	64
XIII. ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 1. Maquinaria para la explotación de bancos.....	14
Tabla No 2. Variables de Resultados.....	46

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen No.1: Volumen útil del banco de material.....	49
Imagen No. 2: Análisis Granulométrico Y Límites de Atterberg ASTM C117, 136, ASTM D4318.....	49
Imagen No. 3: Análisis Granulométrico ASTM D422 AASHTO T88.....	52
Imagen No.4: Límites de Atterberg AASHTO T89 Y T90 ASTM D424.....	54
Imagen No 5: Proctor Modificado AASHTO T180 ASTM D1557.....	56
Imagen No. 6: Equivalente de Arena AASHTO T176-02 ASTM D2419.....	58
Imagen No.7: Resumen de calidad de roca ensaye AASHTO T104 - T96.....	59
Imagen No.8: Determinación de Densidad y Absorción de Agregados Gruesos AASHTO T-85.....	60

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía No. 1: Máquina de perforación para voladura en el banco Caño Blanco este proceso es fundamental para obtener la materia prima con la que se producen los distintos materiales a analizar.....	65
Fotografía. No. 2: Banco de material Caño Blanco una vez ejecutado el proceso de voladura se puede apreciar la materia prima resultante.....	65
Fotografía No. 3: En esta fotografía se puede apreciar como los camiones acarrear la materia prima resultante de la voladura hasta la planta de trituración.....	66
Fotografía. No. 4: Proceso de trituración del material procedente de la voladura en la planta trituradora del banco Caño Blanco, de este proceso surge los distintos materiales en estudios, en esta etapa los materiales resultantes tienen que cumplir con su designación según su intervención en obras para ser producidos en mayor cantidad.....	66
Fotografía. No. 5: Ensaye equivalente de arena del agregado fino utilizado para mortero procedente del material triturado en el banco Caño Blanco.....	67
Fotografía. No. 6: Ensayes Pesos específicos del material $\frac{3}{4}$ banco Caño Blanco.....	67
Fotografía. No. 7: Ensaye de valor relativo de soporte del suelo (CBR) ya prensado y puesto en saturación para determinar el grado de hinchamiento que tiene el material procedente del banco Caño Blanco.	68
Fotografía. No. 8: Lecturas en la prensa del valor relativo (C.B.R.)	68
Fotografía No. 9: Prensa de laboratorio del valor relativo (C.B.R.)	69
Fotografía. No. 10: Equipo de laboratorio del valor relativo (C.B.R).....	69

RESUMEN.

Nicaragua es un país que se encuentra en constante desarrollo en relación a construcciones de obras civiles particularmente en proyectos viales.

Se realizó estudio, calidad de los materiales extraídos del banco de préstamo de Caño Blanco, localizado en la Estación: 66 +600 a 7 km a la izquierda de la línea central (carretera a Nueva Guinea), Municipio de Bluefields, departamento de RACCS.

Se identificó yacimiento de roca sólida del cual se pueden extraer y procesar diferentes tipos de materiales tales como: Material para conformación de terracería, para procesamiento bases, relleno de alcantarilla y aproche, además de material de filtro, arena.

Los ensayos se elaboraron en laboratorios de **CONSORCIO EDICRO IMPULSO**, determinando las propiedades físicas, mecánicas que indican los resultados analizados y ensayados garantizando cumplimiento de los estándares de calidad.

I. INTRODUCCIÓN.

El estudio de la calidad de material del banco de préstamo Caño Blanco de la Ciudad de Bluefields RACCS, se realizó con el propósito de identificarlo y evaluarlo mediante técnicas y herramientas establecidas para ejecutar los siguientes ensayos de laboratorios tales como:

- Análisis Granulométrico AASHTO T 88 ASTM D 422,
- Límites de Attenberg AASHTO T89 Y T90 ASTM D 423 Y D424,
- Proctor Modificado AASHTO T 180 ASTM D 1557, y
- Valor Relativo de Soporte (CBR) AASTHO 190 ASTM D 1883.

En el banco de material se identificó un manto de roca de buena calidad que por medio de un proceso de voladura se obtienen fragmentos de 70 a 90 cm llamados pedra-plen. Es de materia prima para la obtención de otros materiales resultante de la trituración del pedra-plen en la planta trituradora.

Los materiales obtenidos del proceso de trituración son utilizados en el proyecto de la construcción de la carretera Bluefields-Nueva Guinea. Esencialmente en actividades de relleno de alcantarillas, relleno de aproches de las cajas, filtros franceses y revestimiento de vía en los proyectos de mejoramiento de camino rural.

Por tal razón es de suma importancia conocer las propiedades físicas y mecánicas que poseen los materiales del banco de préstamo Caño Blanco.

Para la determinación de la calidad de materiales del banco de préstamo se tomó en cuenta parámetros establecidos y orientados por las normativas que emiten las entidades encargadas de autorizar los permisos tales como: (SERENA) Secretaría de Recursos Naturales y el Ambiente, (MARENA) Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y (MEN) Ministerio de Minas.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la ciudad de Bluefields, así como en otros municipios y comunidades de la Costa Caribe Sur, se están impulsando obras viales como: caminos de todo tiempo, trochas y carreteras debido a la necesidad planteada por dirigentes comunitarios e instituciones de gobierno.

Los proyectos de obras viales generalmente presentan necesidad de material selecto, obteniéndose de bancos de materiales con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo natural, o la producción de agregado para la fabricación concreto y mortero.

En la ciudad de Bluefields, no existe información relacionada sobre los bancos de materiales que se ocupan en construcciones de obras viales, tales como caminos de todo tiempo, calles y carreteras.

Debido a la escasez de información sobre los bancos de materiales de préstamo se genera una gran incertidumbre en cuanto a su calidad y utilización; ocasionando la probabilidad de tener un riesgo en las obras viales, generando a la misma vez inconformidad con las vías de comunicación de la población, por otro lado, un gasto innecesario en la inversión y la mala imagen de credibilidad de quien lleva a cabo la obra de construcción.

Por todo lo antes expuesto se plantea la siguiente pregunta problema:

¿Cuál es la calidad del material que se obtiene del banco de préstamo Caño Blanco ubicado a 7 km. de la carretera Bluefields-Nueva Guinea de acuerdo a los parámetros establecidos por el (MTI), Ministerio de Transporte e Infra estructura y (AASHTO),Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte?

III. ANTECEDENTES.

En el año 2014, estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), realizaron un estudio sobre el aprovechamiento de los bancos de material del municipio de Rivas, evaluando la calidad de los mismos para su utilización en la construcción de estructuras de pavimentos mediante la aplicación de pruebas de laboratorio que permitirán determinar sus propiedades físicas y mecánicas. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

Los bancos de materiales en estudio fueron los siguientes:

Banco de material Belmont.

Banco de material Cori.

Banco de material El Rosario Norte.

En esta investigación se determinó un material de arcilla pre consolidado de color negro que puede ser utilizado para la capa sub-base y la capa base en la conformación de estructura de carpetas de rodamiento. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014).

En el año 2016 la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), estudiantes realizaron un estudio para analizar la calidad del banco (Sinacapa) de agregado fino para la elaboración de concreto, ubicado en el departamento de Rivas, municipio Altagracia. (Wilford Enmanuel Hernandez Aguirre, Junio 2016).

En este banco se encontró un manto sólido de escoria volcánica (rocas ígneas) capaz de alcanzar resistencia de 3600 PSI en una mezcla de concreto. (Wilford Enmanuel Hernandez Aguirre, Junio 2016).

En año 2015 la empresa TEC & CIA Ltda MECO, realizaron investigación sobre los banco de materiales de préstamo ubicados en la periferia de la ciudad de Bluefields profundizando estudios realizados por pequeñas empresas dedicadas al ramo de la construcción.

Este estudio se enfocó en los siguientes bancos: Las Breñas, Los Limones, el Pull y Caño Blanco con el objetivo de identificar y seleccionar el banco de material que garantizará la cálida para ser utilizado en la carretera Bluefields - Nueva Guinea.

IV. JUSTIFICACIÓN.

El gobierno de Nicaragua está impulsando en la zona rural y urbana de la ciudad de Bluefields, proyectos de carreteras, calles y camino de todo tiempo, proyecto que contribuyen en gran manera al desarrollo agrícola, ganadero y agro-industrial; de las zonas de influencia, lo que traerá como consecuencia un incremento en el comercio en general.

Esta investigación es de mucha importancia debido a los pocos estudios que se han realizado en la ciudad de Bluefields sobre la calidad de materiales que se extraen de los bancos de materiales de préstamo, sobre todo en Caño Blanco.

La información de este banco de materiales, proporcionará criterios para lograr cimentaciones seguras, confiables, económicas y duraderas, sirviéndole a las instituciones de la región tales como: Alcaldía Municipal, Ministerio de Transporte Infraestructura, encargados de la calidad de la construcción.

El documento servirá a los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Civil, maestros de obras, interesados en documentarse sobre bancos de materiales locales, así mismo, motivar a estudiar otros bancos de materiales, que probablemente quedan por descubrir en la región, lo que implica ahorro, tiempo y transporte desde otras zonas lejanas.

V. OBJETIVOS.

5.1. Objetivo General.

Evaluar la calidad de materiales del banco de préstamo en Caño Blanco de la ciudad de Bluefields RACCS, a través de ensayos de laboratorios.

5.2. Objetivo Específicos.

- Estimar el volumen útil del banco de material por medio de un levantamiento topográfico con GPS.

- Determinar la calidad de los materiales existentes en el banco de préstamos Caño Blanco de la ciudad de Bluefields RACCS, mediante los siguientes ensayos de laboratorios:
 - Análisis Granulométrico AASHTO T 88 ASTM D 422.
 - Límites de Attenberg AASHTO T89 Y T90 ASTM D 423 Y D424.
 - Proctor Modificado AASHTO T 180 ASTM D 1557.
 - Valor Relativo de Soporte (CBR) AASTHO 190 ASTM D 1883.

VI. MARCO TEÓRICO.

6.1. Bancos de materiales de préstamo.

Los bancos de materiales son yacimientos mineralógicos que se encuentran en estado natural que pueden ser utilizados en la conformación de obra civiles tales como: conformación de cuerpos de terraplenes; ampliaciones de las coronas, bermas o tendido de los taludes de terraplenes existentes; capas subyacentes o sub-rasantes; terraplenes reforzados; rellenos de excavaciones para estructuras o cuñas de terraplenes contiguas a estructuras; capas de pavimento; protección de obras y trabajos de restauración ecológica, así para la fabricación de mezclas asfálticas y de concretos hidráulicos. (Sergio Alberto Damián Hernández, 2000)

6.1.1. Localización de bancos.

La finalidad de localizar bancos es la obtención de materiales que cumplan con las normas de calidad y tengan el volumen requerido de acuerdo a las necesidades del proyecto es decir, que ha de garantizar que los bancos elegidos sean los mejores entre todos los disponibles.

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. (UGA-MTI., Abril 2014)

- a actividad de extracción de los bancos de materiales deben estar localizados 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 materiales con relación a los aeropuertos es de 1000 metros. (UGA-MTI., Abril 2014)

6.2. 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:

- Plan métricos, 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. (Fraly 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. (Fraly 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. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

- Los receptores G.P.S. instrumento que sirve para tomar las coordenadas geográficas y las proyectan al sistema local de coordenadas en base al datum seleccionado. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

6.3. Volumen útil.

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

6.4. Criterios que se toman en cuenta previo al inicio de la explotación de un banco de material.

- a) Los materiales que lo formen deberán cumplir con la calidad requerida según el uso a que se destinaran.

- b) Tienen que ser los más accesibles y que se puedan explotar por los procedimientos más comunes y menos costosos.

- c) Tienen que ser los que produzcan las mínimas distancias de acarreo a la obra en construcción.

- d) Tienen que ser los que conduzcan a los procedimientos constructivos más sencillos y económicos durante el tendido y colocación final en la obra, requiriendo los mínimos tratamientos.

e) Los bancos deben ser localizados en tal manera que su explotación no conduzca a problemas legales de difícil o lenta solución y que no perjudiquen a los habitantes de la región.

Es evidente que en cualquier caso práctico muchos de los requisitos anteriores estarán en contraposición y la delicada labor del ingeniero estriba precisamente en elegir los bancos de manera que concilie en la mejor forma posible las contradicciones que resulten de cada caso. (César García Andreu, (Curso 2.008 – 2.009))

6.5. Explotación de materiales.

Es un proceso que se lleva a cabo con la finalidad de extraer el material útil, por lo regular se encuentran en zonas aledañas. En este caso hablamos de recuperar las rocas duras para clasificarlas y transformarlas en arena, ripio, bolones, material de base y sub base, entre otras. (César García Andreu, (Curso 2.008 – 2.009))

6.5.1. Descapote de banco de materiales.

Antes de extraer y cumplir con las normas fiscal, laboral, de salud y de seguridad social, se realiza la manifestación de impacto ambiental (MIA), ante autoridades estatales, todo para mantener las medidas ambientales que amortigüen el impacto de las actividades mineras. (César García Andreu, (Curso 2.008 – 2.009))

Consiste en llevar a cabo actividades de limpieza inicial, remoción de materia vegetal y árboles que ya fueron inventariados para descubrir la roca. La tierra vegetal será acopiada con el fin de conservarla para reutilizarla durante el cierre del mismo. (César García Andreu, (Curso 2.008 – 2.009))

6.6. Perforación de roca y voladura por medio del uso de explosivos industriales.

Dependiendo del tipo de banco, se realiza con palas o retroexcavadoras, por lo general con barrenación y voladura con dinamita, para que esto se lleve a cabo de

manera correcta, por falta de conocimiento técnico este proceso puede demorar mucho tiempo, pero en ciertas ocasiones es conveniente contratar el servicio de barrenos, este supervisa el proceso de barrenación y se ocupa del cargo y disparo del banco. (César García Andreu, (Curso 2.008 – 2.009))

Esta actividad consiste en perforar la roca mediante el uso de un barreno de 3 a 4” de diámetro, para luego cargar de explosivos y realizar la fragmentación de roca por medio del proceso de voladura. (César García Andreu, (Curso 2.008 – 2.009))

1. Explosivos industriales: este polvorín es autorizado por la Dirección de Armas y Municiones de la Policía Nacional, se ubica a una distancia considerable con respecto al banco donde se está produciendo el material selecto.
2. Agua: El agua es necesaria en alguna medida para llevar a cabo actividad de mitigación de producción de polvo durante el proceso de trituración y acarreo de material durante el período seco, para esta actividad generalmente se planifica hacer uso de las fuentes de agua superficiales (ríos) próxima al sitio del proyecto. Este trámite se lleva a cabo con las autoridades correspondientes a fin de legalizar el aprovechamiento del recurso. (César García Andreu, (Curso 2.008 – 2.009))

6.7. Criterios de selección del sitio en el momento de instalar la planta de trituración.

- El banco de materiales debe presentar buena calidad hasta el final del proyecto, donde se necesita el material.
- Contar con espacio suficiente y despejado para instalar la planta de trituración.
- La planta de trituración tiene que estar en un sitio alejado de fuentes de aguas naturales y no debe haber viviendas próximas.
- Se debe destacar que todos los componentes del proyecto “explotación banco de préstamo” son de carácter temporal debido a que serán útiles para efectos

de construcción de cualquier obra civil, posteriormente se debe llevar a cabo actividades de cierre. (UGA-MTI., Abril 2014).

6.7.1. Trituración de material.

Consiste en pasar la carga proveniente de la mina a través de una quebradora primaria y la descarga pasa por mallas o cribas de diferentes aberturas, así la descarga cae en diferentes puntos. (UGA-MTI., Abril 2014)

6.7.2. Planta de trituración.

El material procedente del banco de materiales, es trasladado por medio de camiones roqueros de volteo con capacidad de 10 a 12 m³ el tamaño de roca es variable, pero el máximo es de 40 pulgadas, debido a que es roca fragmentada por voladura mediante el uso de explosivos industriales y arrancada por medio de tractor. (UGA-MTI., Abril 2014)

Esta roca es depositada en la tolva de recepción inicial (trituración primaria o fase I) donde inicia el proceso de trituración en las mandíbulas hidráulicas, la roca es reducida a tamaños máximos de 8 pulgadas, por medio de un transportador es llevada hacia una criba graduada que separa el material de diámetro menor y el de mayor tamaño es enviado hacia un cono de trituración (trituración secundaria o fase II) con el objetivo de reducir al tamaño requerido la roca y esta retorna a la criba donde se separa nuevamente el material, de acuerdo con la necesidad del proyecto. (UGA-MTI., Abril 2014)

Tabla No 1. Maquinaria para la explotación de bancos.

EQUIPO	TIPO DE MATERIAL	ACTIVIDAD
Tractor de oruga con cuchilla frontal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Roca sana ▪ Roca alterada o muy alterada 	<p>Despalme y limpieza</p> <p>Excavación y carga</p>
Draga Draga de arrastre Draga marina	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Roca alterada ▪ Arenas limos y arcillas ▪ Aluviones 	Preparación del banco
Barrenos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Roca sana ▪ Roca alterada y muy alterada 	Excavación y carga
Pala mecánica o cargador frontal escrepa Moto elevadora	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Excavación y carga ▪ Arenas, limos y arcillas 	Transporte
Volquete o camión o remolque escrepa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Roca sana ▪ Roca alterada ▪ Aluviones ▪ Arenas, limos y arcillas 	<p>Despalme limpieza</p> <p>Excavación y carga</p>
Escrepa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Roca muy alterada ▪ Aluviones 	Transporte

Fuente: (César García Andreu, (Curso 2.008 – 2.009))

6.8. Propiedades físicas de los suelos.

6.8.1. Peso específico.

Es la parte sólida de los suelos está constituida por partículas dispuestas de una manera determinada, formando un cierto tipo de estructura porosa dentro de la masa. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

6.8.2. Tamaño.

Es la variación de partículas que se encuentra en una parte solida de suelo.

6.8.3. Permeabilidad.

Es la propiedad de los suelos que consiste en permitir que el agua penetre en ellos.

6.8.4. Cohesión.

Es la propiedad que permite que una mezcla sea moldeable y permanezca unida.

6.8.5. Porosidad.

Es la relación entre el volumen de vacío y el volumen de masa de un material.

6.8.6. 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.

6.8.7. Plasticidad.

Es la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas sin rebote elástico, sin variación volumétrica y sin desmoronarse o agrietarse.

6.8.8. Humedad.

Es la relación entre el peso de agua retenida y el peso de su fase sólida.

6.8.9. Enjuta miento.

Es La reducción a partir del volumen suelto y el volumen compactado.

6.8.10. Abundamiento.

Es el aumento de volumen después que se ha perturbado un volumen compactado y se expresa como porcentaje de volumen de banco. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014).

6.8.11. Propiedad mecánica ensayos de laboratorios.

6.8.11.1. Límites de Attenberg.

La consistencia del suelo es usualmente definida como las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión, actuando dentro del suelo a varios contenidos de humedad abarcando el límite líquido y plástico de un material. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

6.8.11.2. Determinación del límite líquido (LL).

Se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, que debe tener un suelo moldeado para que una muestra del mismo en que se haya moldeado una ranura de dimensiones estándar al someterlo a 25 golpes bien definidos, se cierre sin resbalar en su apoyo. En el laboratorio se determina esta propiedad de los suelos. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

6.8.11.3. Determinación del límite plástico (LP).

Se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje cuando comienza a agrietarse un rollo formado con el suelo de 3mm de diámetro, al rodarlo con la mano sobre una superficie lisa y absorbente. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

6.8.11.4. Ensaye Proctor Estándar.

Es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para eliminar los espacios vacíos aumentando así su densidad y en consecuencia su capacidad de soporte (aumento en la resistencia) y la estabilidad, también se modifican otras propiedades tales como la reducción de volumen y la disminución en la compresibilidad y permeabilidad. Existe una amplia variación en las características de los diferentes suelos y las propiedades mecánicas de cada suelo individual se ven afectadas por su contenido de humedad y su densidad. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

6.8.11.5. Relación de carga california (CBR).

Se emplea en la caracterización de la resistencia del material de cimiento de una vía o de los diferentes materiales que se utilizarán en un pavimento, con vista a dimensionar los espesores de los suelos que formaran parte del mismo, empleando el método se diseñó de pavimentos basado en dicho ensaye. El ensayo CBR mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

6.8.11.6. Análisis granulométrico de los suelos, método mecánico.

La granulometría es la propiedad más característica de un suelo, distinguiendo al mismo según los tamaños de sus partículas en grava, arena, arcilla y limo. Para fines ingenieriles es necesario determinar la granulometría cuantitativamente conociendo la proporción en la que intervienen los distintos tamaños de partículas en una porción determinada de suelo.

También se pueden determinar parámetros de permeabilidad de algunos suelos y la susceptibilidad a sufrir la acción de las heladas del suelo. Para obtener un resultado significativo, la muestra debe ser representativa de la masa de suelo analizado. (Fraly Nazareth López Lugo, Noviembre 2014)

6.9. Ley especial para el uso de bancos de materiales selectos para el aprovechamiento en la infraestructura.

➤ **Ley No. 730.**

Aprobada el 1º de Julio del 2010 Publicada en La Gaceta No. 152 del 11 de agosto del 2010.

6.9.1. Art.1.

La presente Ley tiene por objeto normar el uso y aprovechamiento racional de los bancos de materiales selectos o bancos de préstamos a nivel nacional aptos para la infraestructura de interés público para el país que no requiera más operación que las de arranque, fragmentación y clasificación.

Los recursos no minerales existentes en el suelo y subsuelo del territorio nacional son patrimonio del Estado, quien ejerce sobre ellos dominio absoluto, inalienable e imprescriptible. (LA ASAMBLEA NACIONAL, Ley No. 730, Aprobada el 1º de Julio del 2010)

NTON 05 021-02: esta norma abarca todas las componentes que nos permiten cuantificar, proyectar cualquier impacto significativo que ponga en peligro la población, flora y fauna que se encuentre en el sitio. (LA ASAMBLEA NACIONAL, Ley No. 730, Aprobada el 1º de Julio del 2010)

6.9.2. Art. 2. Autoridad de aplicación.

Se establecen como Autoridades de Aplicación de la presente Ley y su Reglamento, a los siguientes Ministerios del Estado:

1. **Ministerio de Energía y Minas:** para el otorgamiento de las licencias o permisos correspondientes.
2. **Ministerio de Transporte e Infraestructura:** Para la administración y supervisión de los bancos de materiales selectos.
3. **Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales:** En lo que hace a su ámbito de competencia de conformidad a las diferentes Normativas Técnicas

de la materia. Para efecto del ejercicio de tal autoridad, deberá constituirse una Comisión Interinstitucional, la cual será coordinada por el Ministerio de Energía y Minas, e integrada por el Viceministro de cada uno de los ministerios arriba relacionados. (LA ASAMBLEA NACIONAL, Ley No. 730, Aprobada el 1º de Julio del 2010)

6.9.3. Art. 4 Requisitos.

Los interesados en la explotación y aprovechamiento racional de los materiales selectos para el aprovechamiento en la construcción de la infraestructura del país que no requieran más operación que las de arranque, fragmentación y clasificación deberán presentar al Ministerio de Energía y Minas, junto con la solicitud, los requisitos siguientes. (LA ASAMBLEA NACIONAL, Ley No. 730, Aprobada el 1º de Julio del 2010)

1. Carta de solicitud del interesado en el aprovechamiento del banco de materiales, la que debe establecer, entre otros, el plazo de explotación.
2. Permiso Ambiental emitido por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales.
- 3 Programa de Gestión Ambiental, el cual debe acompañarse de la documentación siguiente.
 - 3.1 Copia de los documentos que identifiquen y acrediten al representante legal de la empresa.
 - 3.2 Copia de la carta de ubicación del proyecto en donde se utilizará el material, emitida por la entidad estatal o municipal dueña de la obra.
 - 3.3 Plano de diseño del banco de préstamo o del área de la propiedad en donde se va a extraer el material.
 - 3.4 Plan operativo que contenga el Programa de explotación y el Plan de cierre.
 - 3.5 Copia de la Escritura Pública, razonada por Notario Público, relativa al acuerdo monetario o de otro tipo para la extracción de material del banco de préstamo

entre el licenciario y el titular de la propiedad, así como las obligaciones del solicitante.

4. Copia de la Solvencia Municipal o del Recibo Oficial de caja que demuestre el pago del Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI), de la propiedad de donde se extraerá el material y que corresponda al año fiscal.

5. Copia de la Escritura de constitución de la Empresa y el Poder del Representante legal de la misma, que será la ejecutora del proyecto.

6. Contrato entre la Institución Pública dueña del proyecto y la empresa ejecutora del mismo.

7. Cédula del Registro Único del Contribuyente (RUC), Constancia de Responsable o Retenedor y la Solvencia Fiscal.

8. Plazo durante el cual se extraerá materiales selectos.

9. Proyección de desarrollo social comunitario al entorno del área a concesionar.

10. El mapa del territorio nacional a escala 1:50,000 en el que se indique la ubicación de la zona a la que se refiere la solicitud.

11. Plano topográfico en el cual se limite de forma precisa la poligonal que corresponda.

12. Reseña técnica de las actividades y trabajos que piensan realizar, así como los planos, reportes, análisis, estimación de las reservas, y cualquier otro dato necesario anterior a la concesión que se está solicitando, entre otros. (LA ASAMBLEA NACIONAL, Ley No. 730, Aprobada el 1º de Julio del 2010)

6.9.4. Artículo 10.

Para obtener el Permiso para aprovechamiento de bancos de materiales selectos o bancos de préstamos cuya administración y explotación la realizará directamente las Instituciones Públicas del gobierno central, los gobiernos regionales o municipales, deberán presentar la solicitud por escrito, ante la DGM del MEM, y deberá contener los siguientes datos:

1. Datos generales del interesado.

2. Localización del sitio de extracción en coordenadas UTM.

3. Mapa topográfico escala 1:50,000 del sitio de extracción.
4. Tipo de material a explotar.
5. Volumen a explotar.
6. Finalidad de la explotación.
7. Breve reseña de las características del material.
8. Fecha de inicio de la explotación y fecha tentativa de finalización.
9. Permiso o Autorización Ambiental emitido por MARENA o el Consejo Regional, de conformidad a las categorías establecidas en la legislación de la materia. (LA ASAMBLEA NACIONAL, Ley No. 730, Aprobada el 1º de Julio del 2010)

6.9.5. Artículo 11.

Para obtener la Licencia para aprovechamiento de bancos de materiales selectos o banco de préstamos, las personas naturales o jurídicas, deberán presentar el formato de solicitud ante la DGM del MEM, y acompañar además de los requisitos del artículo anterior y de los contenidos en el artículo 4 de la Ley No. 730, una carta solicitud que deberá contener los datos siguientes:

- a) Nombres, apellidos, número de cédula de identidad del solicitante y la expresión de si procede en nombre propio o en representación de otras personas.
- b) Si el solicitante fuere una persona jurídica se expresará el nombre de la sociedad y el domicilio, así como los nombres y apellidos del representante legal.
- c) Señalar dirección para oír notificaciones en la ciudad de Managua.

En caso de bancos de materiales selectos o bancos de préstamos, ubicados en tierras de los Pueblos Indígenas, Comunidades Étnicas y de propiedad comunal, el solicitante deberá presentar el aval de la autoridad comunal tradicional de conformidad al artículo 9 de la Ley No. 730.

En caso de bancos de materiales selectos o banco de préstamos, ubicados en un área concesionada el solicitante deberá presentar una autorización escrita del titular de la concesión. (LA ASAMBLEA NACIONAL, Ley No. 730, Aprobada el 1º de Julio del 2010)

VII. PREGUNTAS DIRECTRICES.

1. ¿Los materiales del banco de Caño Blanco presentan la debida calidad en base a las normas establecida por las instituciones acreditadas?
2. ¿Qué tipo de materiales se pueden extraer para su explotación y venta a los proyectistas?
3. ¿Cuál es el volumen útil de los materiales que se extraen del banco de préstamo?
4. ¿Cuál es la importancia de conocer la calidad de los materiales que provienen de los bancos de préstamos ante que intervengan en las obras?

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO.

8.1. Descripción del área de estudios.

La investigación se hizo en la periferia de la ciudad de Bluefields, siendo sus colindantes: Al norte 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.

Su posición geográfica está entre las coordenadas 12° 00' latitud Norte y 83° 45' longitud Oeste. La cabecera municipal está ubicada a 383 kilómetros de Managua (1 hora y 45 minutos de navegación en panga por el Río Escondido hasta la ciudad de El Rama; 292 kilómetros desde esta ciudad hasta la capital de la República de Nicaragua).

El Banco Caño Blanco se localiza de la Estación: 66+600 a 7 km a la izquierda de la línea central (carretera hacia Nueva Guinea), Municipio de Bluefields.

Se encuentra en los planos geodésicos de INETER 3452-3, en la escala 1:50,00 en las coordenadas UTM del banco

PUNTOS	NORTE	ESTE
1	1332605	845665

Mapa No. 1: Ubicación del Banco Caño Blanco.



Fuente: (UGA-MTI., Abril 2014)

8.2. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es descriptiva-experimental.

Descriptiva porque caracteriza analiza y sintetiza las propiedades físicas y mecánicas de los materiales en estudios en el banco.

Experimental debido a que se realizó una serie de ensayos en laboratorios que arrojan la calidad de materiales de acuerdo a las normas, luego se realiza el análisis de datos numéricos para valorar todos los ensayos que permitieron los resultados reales.

8.3. Enfoque de investigación.

8.3.1. De corte transversal.

Se realizó todo el proceso de recolección de datos, muestras y resultados de los ensayos en 10 meses.

En primer momento se identificó el lugar, luego se obtuvieron las muestras y la aplicación de ensayos protocolarios de acuerdo al material que existe en el banco.

Se utilizó un soporte de carácter cualitativo, para hacer cálculos numéricos y poder obtener los resultados que permitan cuantificar cantidades exactas.

Se utilizaron información sobre estudios referentes por tal razón fue necesario un enfoque inductivo para poder hacer la descripción analítica de los diferentes ensayos los cuales permitió fundamentar la investigación.

8.4. Métodos de investigación.

Los métodos de investigación que se utilizaron fueron:

8.4.1. Método de la observación.

Este método fue fundamental en el momento de la recolección de la información y la interpretación de las mismas.

8.4.2. Método Inductivo.

Con este método se trabajó las muestras generales del banco para determinar los tipos de materiales que podían extraer.

8.4.3. Método Deductivo.

Este método permitió hacer una valoración de la calidad del material extraído la que se llevó a cabo mediante diferentes ensayos.

8.4.4. Método de interpretación.

Interpretación de los datos que contiene los ensayos con las muestras de calidad que se encontró en el banco de materiales.

8.4.5. Método analítico y síntesis.

Se analizó cada uno de los resultados de laboratorio de cada uno de los ensayos se compararon los estudios con técnicas y normas NTON resumiendo de forma clara los resultados.

8.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

8.5.1. Levantamiento topográfico con GPS.

Con ayuda del GPS se determinó las coordenadas de una serie de puntos a lo largo del banco de materiales y poder calcular el volumen útil.

8.5.2. Ensayos de laboratorios.

8.5.2.1. Análisis granulométrico AASHTO T 88 ASTM D 422.

La variedad en el tamaño de las partículas de suelos, casi es ilimitada; por definición, los granos mayores son los que se pueden mover con la mano, mientras que los más finos no se pueden apreciar con un microscopio corriente. (American Society for Testing and Materials, Norma C 117 - 95, Volumen 4.02.2003)

Debido a ello es que se realiza el Análisis Granulométrico que tiene por objeto determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo y fijar, en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distinto tamaño que el mismo contiene.

La manera de hacer esta determinación es por medio de tamices de abertura cuadrada.

El procedimiento de ejecución del ensaye es simple y consiste en tomar una muestra de suelo de peso conocido, colocarlo en el juego de tamices ordenados de mayor a menor abertura, pesando los retenidos parciales de suelo en cada

tamiz. Esta separación física de la muestra en dos o más fracciones que contiene cada una de las partículas de un solo tamaño, es lo que se conoce como “Fraccionamiento”.

La determinación del peso de cada fracción que contiene partículas de un solo tamaño es llamado “Análisis Mecánico”. Este es uno de los análisis de suelo más antiguo y común, brindando la información básica por revelar la uniformidad o graduación de un material dentro de rangos establecidos, y para la clasificación por textura de un suelo.

Sin embargo, debido a que el menor tamaño de tamiz que se utiliza corrientemente es el 0.074 mm (Malla No. 200), el análisis mecánico está restringido a partículas mayores que ese tamaño que corresponde a arenas limpias finas. Por lo tanto si el suelo contiene partículas menores que ese tamaño la muestra de suelo analizada debe ser separada en dos partes, para análisis mecánico y por vía húmeda (hidrometría).

Por medio de lavado por el tamiz No. 200 y lo que pase por este tamiz será sometido a un análisis granulométrico por vía húmeda, basado en la sedimentación. (Determinación del analisis granulometrico de los suelos, 1990)

El análisis por vía húmeda se efectúa por medio del hidrómetro que mide la densidad de una suspensión del suelo a cierto nivel y se basa en el principio de la ley de Stokes.

8.5.3. Método Mecánico.

Instrumentos que se utilizan:

- Juego de tamices 3”, 2 ½”, 2”, 1 ½”, 1”, ¾”, ½”, 3/8”, No. 4, No. 10, No. 40, No. 200, tapa y fondo.
- Balanza de 0.1 gr de sensibilidad.
- Mortero con su pisón.
- Horno con temperatura constante de 100 – 110° C.
- Taras.
- Cuarteador.

8.5.3.1. Procedimiento: Método Análisis Mecánico.

- a) Material mayor que el tamiz No. 4.
 - 1) El material retenido en el tamiz No. 4, se pasa a través de los tamices, 3", 2½", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", No. 4 y fondo, realizando movimientos horizontales y verticales.
 - 2) Pese las fracciones retenidas en cada tamiz y anótela en el registro correspondiente.

- b) Material menor que el tamiz No. 4
 - 1) Ponga a secar la muestra en el horno a una temperatura de 105 a 110° C por un período de tiempo de 12 a 24 horas.
 - 2) Deje enfriar la muestra a temperatura ambiente y pese la cantidad requerida para realizar el ensaye. Si el suelo es arenoso se utiliza aproximadamente 200 gr. Si el suelo es arcilloso se utiliza aproximadamente 150 gr.
 - 3) Disgregue los grumos (terrones), del material con un pisón de madera para evitar el rompimiento de los gramos.
 - 4) Coloque la muestra en una tara, agréguele agua y déjela remojar hasta que se puedan deshacer completamente los grumos.
 - 5) Se vacía el contenido de la tara sobre el tamiz No. 200, con cuidado y con la ayuda de agua, lave lo mejor posible el suelo para que todos los finos pasen por el tamiz.
 - 6) El material que pasa a través del tamiz No. 200, se analizará por otros métodos en caso sea necesario.
 - 7) El material retenido en el tamiz No. 200 después de lavado, se coloca en una tara, lavando el tamiz con agua.
 - 8) Se seca el contenido de la tara en el horno a una temperatura de 100 – 110° C por 24 horas.
 - 9) Con el material seco en el paso anterior, se coloca el juego de tamices en orden progresivo, No. 4, No. 10, No. 40, No. 200 y al final el fondo, vaciando el material previamente pesado.

10) Se agita el juego de tamices horizontalmente con movimientos de rotación y verticalmente con golpes secos de vez en cuando. El tiempo de agitación depende de la cantidad de finos de la muestra, pero por lo general no debe ser menor de 15 minutos.

11) Inmediatamente realizado el paso anterior pese las fracciones retenidas en cada tamiz, y anótela en el registro correspondiente.

8.5.4. Metodología y análisis del proceso.

En el análisis por tamices se obtienen los resultados de pesos parciales retenido en cada uno de ellos. Después se calcula los porcentajes retenidos parciales, los porcentajes acumulativos, los porcentajes que pasan por cada tamiz, además es conveniente presentar resultados en forma gráfica que tabular.

La presentación gráfica se efectúa por medio de la curva granulométrica, que es la curva de los porcentajes que pasa por cada tamiz, esta curva se gráfica en papel semi-logarítmico. En las ordenadas (escala natural del papel) se anotan los porcentajes que pasa y en las abscisas (escala logarítmica del papel) se anotan los diámetros de los tamices en milímetros. (American Society for Testing and Materials, Norma C 117 - 95, Volumen4.02.2003)

8.5.5. Tamaño de las aberturas de los tamices normalizados.

A partir de la curva granulométrica se puede deducir en primera instancia el tipo de suelo principal y los componentes eventuales.

Se puede encontrar el diámetro efectivo de los granos (D10); que es el tamaño correspondiente al 10% en la curva granulométrica y se designa como D10.

Otros tamaños definidos estadísticamente que son útiles incluyen D30; D60.

La uniformidad del suelo se puede definir estadísticamente de varias maneras, un índice antiguo pero útil, es el coeficiente de Uniformidad Cu que se define.

Para clasificación de suelos es útil definir un dato complementario de uniformidad como es el coeficiente de curvatura (Cc) definido como Los suelos bien graduados; CC entre 1.

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

8.5.6. Límites de Attenberg AASHTO T89 Y T90 ASTM D 423 Y D424.

➤ Generalidades.

Los límites de Attenberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS).

Fueron originalmente ideados por un sueco de nombre Attenberg especialista en agronomía y posteriormente redefinidos por Casagrande para fines de mecánica de suelos de la manera que hoy se conocen.

Para obtener estos límites se requiere remoldear (manipular) la muestra de suelo destruyendo su estructura original y por ello es que una descripción del suelo en sus condiciones naturales es absolutamente necesaria y complementaria.

Para realizar los límites de Atterberg se trabaja con todo el material menor que la malla #40 (0.42 mm). Esto quiere decir que no solo se trabaja con la parte final del suelo (< malla #200), sino que se incluye igualmente la fracción de arena fina.

➤ Definiciones.

a) Contenido de humedad (w): Razón entre peso del agua y peso del suelo seco de una muestra. Se expresa en porcentaje:

donde:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

W_w : peso agua
 W_s : peso suelo seco

b) Límite Líquido (wL o LL): contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico.

c) Límite Plástico (wp o LP): es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semi-sólido y plástico.

d) Índice de Plasticidad (IP): es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico: $IP = LL - LP$.

➤ **E quipo.**

1. Máquina de Casa grande (referencia: norma ASTM N° D 4318-95^a)
2. Acanalador (misma referencia)
3. Balanza de sensibilidad 0.1 g.
4. Varios: espátula de acero flexible, cápsulas de porcelana, placa de vidrio, horno regulable a 110°, agua destilada.

8.5.7. Procedimiento y Cálculo.

a) Preparación del material.

Se utiliza únicamente la parte del suelo que pasa por la malla # 40 (0.42 mm). Se procede a agregar o retirar agua según sea necesario y revolver la muestra hasta obtener una pasta semi-líquida homogénea en términos de humedad.

Para los limos y suelos arenosos con poco contenido de arcilla el ensayo se podrá realizar inmediatamente después de agregar agua, siguiendo el procedimiento indicado en letra (b).

Para los limos arcillosos será necesario conservar la pasta aproximadamente 4 horas en un recipiente cubierto. Para las arcillas este tiempo deberá aumentarse a 15 o más horas para asegurar una humedad uniforme de la muestra.

b) Determinación del límite líquido.

En la práctica, el límite líquido se determina sabiendo que el suelo remoldeado a $w = w_L$ tiene una pequeña resistencia al corte (aprox. 0.02 kg/cm^2) de tal modo que la muestra de suelo remoldeado necesita de 25 golpes para cerrar en $\frac{1}{2}$ pulgada dos secciones de una pasta de suelo de dimensiones especificadas más adelante.

$$w_L = w \times \left(\frac{N}{25} \right)^{1.000}$$

- 1) Se deberá iniciar el ensayo preparando una pasta de suelo en la cápsula de porcelana con una humedad ligeramente superior al límite líquido, para lo cual recibirán indicaciones del instructor.
- 2) Desmontar y secar la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes de iniciar el procedimiento.
- 3) Montar la cápsula en su posición para el ensayo.
- 4) Colocar entre 50 y 70 g de suelo húmedo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo.
- 5) Usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o 3 pasadas suaves antes de completarlo, siendo este procedimiento aún más complejo cuando se trata de suelos orgánicos.
- 6) Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg, continuar hasta que el surco se cierre en $\frac{1}{2}$ " de longitud; anotar el número de golpes, cuando éste sea inferior a 40.
- 7) Revolver el suelo en la cápsula de Casagrande con la espátula y repetir las operaciones 5) y 6).

8) Tomar una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad, lo que permitirá obtener un punto en el gráfico semi-logarítmico de humedad v/s número de golpes que se describe más adelante.

9) Vaciar el suelo de la cápsula de Casagrande a la de porcelana (que todavía contiene la mezcla de suelo inicial), continuar revolviendo el suelo con la espátula (durante el cual el suelo pierde humedad) y en seguida repetir las etapas (2) a (8).

10) Repetir etapas (2) a (9), 3 a 4 veces, hasta llegar a un número de golpes de 15 a 20.

c) Cálculo de wL.

Sobre un papel semi-logarítmico se construye la “curva de flujo” Los puntos obtenidos tienden a alinearse sobre una recta lo que permite interpolar para la determinación de la ordenada wL para la abscisa $N = 25$ golpes.

d) Curvas de flujo.

Método de un punto. Se puede obtener el valor de wL a través de una sola determinación. Este método es válido para suelos de mismo tipo y formación geológica; se ha observado que tales suelos tienen curvas de flujo de iguales inclinación, en escala semi- log. Se usa la fórmula:

dónde:

α = inclinación curva de flujo (escala semi-log)

N = número de golpes

w = contenido de humedad correspondiente a N. (valores comunes de $\tan \alpha$: 0.12 a 0.13)

e) Determinación del límite plástico wp.

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8” (3 mm) cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa.

- 1) utilizar una porción del material que queda del ensayo del límite líquido.

- 2) en los suelos muy plásticos w_p puede ser muy diferente de w_L ; para evitar excesivas demoras en el ensayo con los suelos muy plásticos, es necesario secar el material al aire durante un cierto tiempo extendiéndolo sobre la placa de vidrio o amasándolo sobre toalla nova; se le puede igualmente colocar sobre el horno (a temperatura baja), al sol, o bien bajo una ampolleta eléctrica; en cualquier caso, es necesario asegurarse que se seque de manera uniforme.

- 3) tomar una bolita de suelo de 1 cm^3 y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro.

- 4) reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico.

- 5) el límite plástico, w_p , corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm, así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm de largo, si no se está seguro de haber alcanzado w_p , es recomendable amasar una vez más el bastoncito.

- 6) pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad.

- 7) realizar 2 o 3 ensayos repitiendo etapas (3) a (6) y promediar; diferencias entre 2 determinaciones no deberán exceder a 2 %.

8.5.8. Proctor Modificado AASHTO T 180 ASTM D 1557.

El equipo y procedimiento para la prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado. Se aplica sólo

para suelos que tienen 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de $\frac{3}{4}$ " (19,0 mm).

Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla $\frac{3}{4}$ " (19,0 mm) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción pasante la malla de $\frac{3}{4}$ " (19,0 mm), ver ensayo ASTM D 1557 ("Método de ensayo para corrección del Peso Unitario y Contenido de Agua en suelos que contienen partículas sobredimensionadas").

Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

1. Aparatos

Ensamblaje del Molde. - Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo "partido" deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección.

El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

2. Molde de 4 pulgadas.

Un molde que tenga en promedio $4,000 \pm 0,016$ pulg ($101,6 \pm 0,4$ mm) de diámetro interior, una altura de $4,584 \pm 0,018$ pulg ($116,4 \pm 0,5$ mm) y un volumen de $0,0333 \pm 0,0005$ pie³ (944 ± 14 cm³). Un molde con las características mínimas requeridas.

3. Molde de 6 pulgadas.

Un molde que tenga en promedio $6,000 \pm 0,026$ pulg ($152,4 \pm 0,7$ mm) de diámetro interior, una altura de: $4,584 \pm 0,018$ pulg ($116,4 \pm 0,5$ mm) y un volumen

de $0,075 \pm 0,0009 \text{ ft}^3$ ($2 \pm 124 \pm 25 \text{ cm}^3$). Un molde con las características mínimas requeridas.

4. Pisón o martillo.

Un pisón operado manualmente o mecánicamente. El pisón debe caer libremente a una distancia de $18 \pm 0,05$ pulg ($457,2 \pm 1,6$ mm) de la superficie de espécimen.

Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra-fuerza es igual a 1 libra-masa o 0,4536 kg o 1N es igual a 0,2248 libras-masa ó 0,1020 kg.

Extractor de Muestras (opcional).- Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.

- **balanza.- una balanza de aproximación de 1 gramo.**
- **horno de secado.**
 - Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de 230 ± 9 °F (110 ± 5 °C) a través de la cámara de secado.
- **Regla.-** Una regla metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 10 pulgadas (254 mm). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de $\pm 0,005$ pulg ($\pm 0,1$ mm). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que $1/8$ pulg (3 mm).
- **Tamices o mallas.-** de $3/4$ pulg (19,0 mm), $3/8$ pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75 mm), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11 (“Especificación para mallas metálicas con fines de ensayo”).

- **Herramientas de mezcla.** - Diversas herramientas tales como cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completa de muestra de suelo con incrementos de agua.

❖ **Método “A”**

Molde.- 4 pulg. De diámetro (101,6 mm)

Material.- Se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (4,75 mm).

Capas.- 5

Golpes por capa.- 25

Uso. Cuando el 20% o menos del peso del material son retenidos en el tamiz N° 4 (4,75 mm).

Otros Usos. Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de graduación pueden ser ensayados usando Método B o C.

❖ **Método “B”**

- Molde. - 4 pulg. (101,6 mm) de diámetro.
- Materiales. - Se emplea el que pasa por el tamiz de 3/8 pulg (9,5 mm).
- Capas. - 5
- Golpes por capa. - 25
- Usos. Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 (4,75mm) y 20% o menos de peso del material es retenido en el tamiz 3/8 pulg (9,5 mm).
- Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

❖ **Método “C”**

- Molde.- 6 pulg. (152,4 mm) de diámetro.
- Materiales.- Se emplea el que pasa por el tamiz ¾ pulg (19,0 mm).
- Capas.- 5
- Golpes por Capa.- 56

- Usos. Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 3/8 pulg (9,53 mm) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz ¾ pulg (19,0 mm).
- El molde de 6 pulgadas (152,4 mm) de diámetro no será usado con los métodos A o B.

Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de fracción extra dimensionada (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo ó la densidad de campo usando el método de ensayo ASTM D-1557.

Un suelo con un contenido de Humedad determinado es colocado en 5 capas dentro de un molde de ciertas dimensiones, cada una de las capas es compactada en 25 ó 56 golpes con un pisón de 10 lbf (44.5 N) desde una altura de caída de 18 pulgadas (457 mm), sometiendo al suelo a un esfuerzo de compactación total de aproximadamente de 56 000 pie-lbf/pie³ (2 700 kN-m/m³). Se determina el Peso Unitario Seco resultante.

El procedimiento se repite con un número suficiente de contenidos de agua para establecer una relación entre el Peso Unitario Seco y el Contenido de Agua del Suelo.

Estos datos, cuando son plateados, representan una relación curvilínea conocida como curva de Compactación. Los valores de Optimo Contenido de Agua y Máximo Peso Unitario Seco Modificado son determinados de la Curva de Compactación.

8.5.9. Valor Relativo de Soporte (CBR) AASTHO 190 ASTM D 1883.

Se prensa similar a las usadas en ensayos de Proctor, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas.

8.5.9.1. Preparación de los moldes y la utilización de las herramientas.

- El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0.05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44.5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.
- Molde de metal, cilíndrico, de 152,4mm \pm 0.66 mm (6 \pm 0.026") de diámetro interior y de 177,8 \pm 0.46 mm (7 \pm 0.018") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50.8 mm (2.0") de altura y una placa de base perforada de 9.53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm (28 1/16") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.
- Disco espaciador de metal, de forma circular, de 150.8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de 61,37 \pm 0,127 mm (2,416 \pm 0,005") de espesor, para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).
- Aparato medidor de expansión compuesto por:
- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149.2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura.
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0.025 mm (0.001").
- Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de 4,54 \pm 0,02kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de 2,27 \pm 0,02 kg. Las pesas anular y ranuradas deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

8.5.9.2. Moldes con tasa, disco y collar.

- Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de $49.63 \pm 0,13$ mm ($1,954 \pm 0,005$ ") de diámetro, área de 19.35 cm² (3 pulg²) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 3.4, pero nunca menor de 101.6 mm (4").
- Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0.025 mm (0.001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.
- Una Poza, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- 2.10 Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).
- Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1g y 0.1g, respectivamente.
- Tamices, de 4.76 mm (No. 4), 19.05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").
- Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

8.5.9.3. Procedimiento.

El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

- Preparación de la Muestra.- Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo

estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19.1 mm (3/4") sea superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19.1 mm (3/4") y de 4.75 mm (No. 4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

- De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.
- Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.
- Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.
- Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

- Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas.
- Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.

- Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.
- Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

- Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg (5,5 lb) correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (10 lb).

A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg (10 lb) de sobrecarga.

- Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados.

- Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

- Después del periodo de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

- Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.

Penetración. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con ± 2.27 kg de aproximación) pero no menor de 4.54 kg (10 lb). Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra, Llévase el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añade el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente.

El procedimiento para la recolección de datos se realizó de la siguiente manera, para obtener información y datos de campo se realiza visita insitus, para, identificar el lugar, luego recogida de muestras de materiales, de acuerdo a la metodología orientada por las normas, información obtenida, posteriormente se realizan ensayos en laboratorios, de forma mecánica y manual.

Técnicas de recolección de datos mediante la tabla o matrices para evaluación de calidad de materiales.

Explotación de los bancos de materiales de préstamo a cielo abierto y uso de explosivos para la extracción del material de muestra, excavación realizada en la superficie del terreno con el fin de extraer un material. Esta maniobra implica,

generalmente, mover cantidades de material, según la profundidad del depósito o espesor del recubrimiento.

8.6. Técnicas y procesamiento de la información.

Las técnicas para obtener la información fueron, obtención de muestra utilizadas ensayos en laboratorios para el análisis de la calidad del material.

Una vez obtenidos los datos proporcionados, se procedió a hacer un análisis respectivo Con la matriz de datos. Haciendo uso de los programas de Microsoft Word este programa se utilizó para digitalizar todo el documento u informaciones que se obtenga de la visita al campo.

Así también informaciones obtenidas de libros de similar información, PowerPoint y Excel para procesar la información y elaborar tablas, gráficas y el informe final, Dejando claro que estas herramientas se utilizaron en todo momento de la investigación.

8.6. Variable.

Las variables que se utilizaron en esta investigación son las establecidas en las tablas de evaluación de ensayos o sea en las matrices la que reflejan las acciones impactantes y sus efectos, incluye una breve descripción del impacto esperado, cada uno de los cuales se identifican por fase del proyecto, para el presente caso se determinaron los posibles impactos vinculados a las dos principales fases del proyecto.

Tabla No 2. Variables de Resultados.

Objetivo	Variable	operaciones
Estimar el volumen útil del banco de material por medio de un levantamiento topográfico.	Volumen del banco	GPS
Determinar la calidad, además de las propiedades físicas y mecánicas	Ensayos de laboratorio	Límites de Atterberg Granulometría Valor Relativo de Soporte
Identificar los materiales existentes en el banco de préstamo en Caño Blanco	Manto de roca solida	Visitas al sitios de estudio y sondeos realizados
Determinar la utilización de los materiales existentes en el banco de préstamo en Caño Blanco	Tipo de material	Resultados de laboratorios

IX. RESULTADOS Y SU ANÁLISIS.

9.1. Material del banco de préstamo Caño Blanco.

De acuerdo al trabajo de campo realizado en el banco de materiales de préstamo Caño Blanco se identificó un yacimiento de roca sólida.

9.1.1. Característica del material.

Se clasifica según su calidad, como un suelo A-2-4(0), estos son gravas areno arcilloso de color blanco bien graduados presentan caparalidad mediana a veces perjudicial, permeabilidad baja a mediana, elasticidad baja a elevada con cambios de volúmenes medianos a elevados.

9.1.2. Utilización del material.

Se pueden producir diferentes tipos de material para 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, según las normas AASHTO T 88; normas ASTM D 422 AASHTO T89 Y T90; normas ASTM D 423 Y D424 y; normas AASHTO T 180 ASTM D 1557.

9.1.2. Volumen del banco Caño Blanco.

Tiene 4.774,75 km², según la Ley de División Política Administrativa (DPA) de la República de Nicaragua. El cuerpo está conformado por varios cerros unidos cuya altura máxima es de 66 msnm, en este caso se ha delimitado un polígono en donde la cota mayor es de 66 msnm y la menor es de 25 msnm, las cuales definirán los niveles en donde tendrá lugar la explotación del material.

De acuerdo al mapa climático de Nicaragua elaborado por INETER, la zona donde se encuentra inmerso el banco se clasifica como clima monzónico (Am), este tipo de clima predomina en la llanura de las Regiones Autónomas del Atlántico. Se

caracteriza por tener un período lluvioso de 9 ó 10 meses, con precipitaciones promedio anuales de 2,000 a 4,000 mm; las lluvias disminuyen en los meses de Marzo y Abril.

La explotación se realizará a través del método de cielo abierto y uso de explosivos, para realizar las actividades de arranque, acopio y carga del material hacia el sitio del trabajo. Dadas las características morfológicas del yacimiento, este se explotará utilizando el método de arriba hacia abajo; para lo cual se ha elaborado un perfil de explotación.

De acuerdo con dicho perfil en el banco de material, la explotación tendrá una dirección Este a Oeste, de arriba hacia abajo. Para ello se conforman taludes de manera gradual a medida que la explotación se desarrolle; por las características del material y para mitigar la posible sedimentación al cuerpo de agua más cercano, se recomienda que el talud tenga una inclinación no menor de los 70 grados.

La altura del banco está de acuerdo con la capacidad y pericia del operador del bouldózer, aunque se recomienda una altura no mayor a los 3 metros, según lo contempla la Normativa Técnica Obligatoria Nicaragüense **NTON 05 – 016 – 2002**

El volumen del banco Caño Blanco es de $43199m^3$ de material disponible para extraer en el sitio no existe camino de acceso, por lo que fue necesario construir una vía de acceso, y debe hacerse de acuerdo a como lo indica las normas ambientales del MTI y lo que indica la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense **NTON 05 – 016 – 2002** para el aprovechamiento de los bancos de material de préstamo para la construcción.

9.1.3. Ecuación del volumen útil del material extraído.

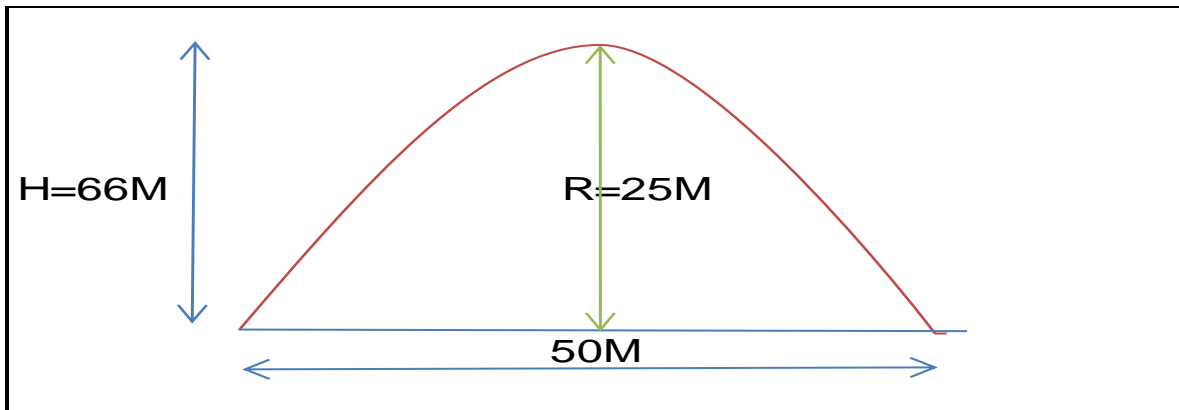
$$v = \frac{1}{3}\pi r^2 h$$

$$V = 1/3(3.1415926536m)(25m)^2(66m)$$

$$V = (1.0471975512) (625) (66)$$

$$V = 43,199m^3.$$

Imagen No.1: Volumen útil del banco de material.



Fuente: Elaboración propia.

9.1.4. Propiedades físicas y mecánicas de los materiales del banco de préstamo Caño Blanco.

En las siguientes imágenes, se presentan los resultados de los ensayos, elaborados en el laboratorio del CONSORCIO EDICRO IMPULSO.

Imagen No. 2: Análisis Granulométrico Y Límites de Atterberg ASTM C117, 136, ASTM D4318.

CONSORCIO EDICRO – IMPULSO		Tel.: (505) 22502110	
Laboratorio De Materiales			
ANALISIS GRANULOMETRICO Y LIMITES DE ATTERBERG ASTM C117, 136, ASTM D4318			
Proyecto: estudio monografico explotacion de bancos de materiales de préstamo			
Fecha de Muestreo: 2016.05.13			
		Humedad	
Nombre del Banco:	caño blanco material para uso de relleno en alcantaría	Fecha de Ensayo:	2016.05.14
ESTACION : 71+145		Código de Muestra:	P 0069
Lado:	8.50-15.30	Peso W	458,0
Peso Humedo:	1130,0	Peso S	384,0
Masa Seca:	947,4	% W	19,27
Masa Lavado Seco:	669,0		
Peso Humedo -Peso Seco	278,0	Técnico Resp:	Revisado por
peso contenido en charola	1,0	SSS	RJCHM
total	279		

Malla	Masa Retenido parcial	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasando	Limite Inferior	Limite Superior
3/4"	0,0	0,0	0,0	100	100	100
1/2"	90,0	9,5	9,5	91	95	100
3/8"	76,0	8,0	17,5	82	30	65
No.4	102,0	10,8	28,3	72	25	55
No.10	110,0	11,6	39,9	60	15	40
No40	196,0	20,7	60,6	39	8	20
No.200	94,0	9,9	70,5	29	0	15
Charola	1,0	29,3				
Peso total	669,0					

Malla	% Pasando (Real)	Limite Inferior	Limite Superior
3/4"	100	100	100
1/2"	91	95	100
3/8"	82	30	65
No.4	72	25	55
No.40	39	8	20
No.200	29	0	15

Calidad del material		
ESTACION : 71+145		
Ensayo	Resultado	Especificaciones
Desgaste de Los Angeles (Abrasion)	%	40 %Max
Sanidad con Sulfato de Sodio Grueso	%	12 %Max
Indice de Elongacion y Achatamiento	%	35 %Max
Caras Fracturadas	100 %	75 %Min

OBSERVACION: Estos materiales clasifican como A-2-4(0) son gravas arena limo arcilloso bien graduados presentan caparillidad mediana a veces perjudicia,

9.1.6. Análisis Granulométrico ASTM C117, 136, ASTM D4318

En la imagen No.2 refleja los resultados obtenidos del material ensayado mostrando su clasificación como A-2-4 siendo estos suelos grava de arena limo arcilloso bien graduado, con un módulo de finura de 2.6 mostrando una granulometría del 28.3% para el lado grueso y 72% al lado fino, mediante los datos obtenidos en el laboratorio el material de acuerdo a este resultado del material ensayado será de acuerdo a la norma que se establece ASTM C117, ASTM D4318.

Imagen No. 3: Análisis Granulométrico ASTM D422 AASHTO T88.

CONSORCIO EDICRO – IMPULSO		Tel.: (505) 22502110				
INFORME DE ENSAYO DE SUELO						
Laboratorio de Materiales						
ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D422 AASHTO T88						
Proyecto: ESTUDIO MONOGRAFICO BANCOS DE MATERIAL DE PRESTAMO						
Fecha de Muestreo: 2016.05.19		Humedad				
MATERIAL TRITURADO PARA PRESTAMO CASO 2 PARA USO EN TERRACERIA MEJORADA (TERRACERIA MEJORADA 15 CM BANCO CAÑO BLANCO)		Fecha de Ensayo: 2016.05.20				
Tramo: 72 + 150 72 + 320	Código de Muestra: V-BLFD 250	Peso W: 664,0				
Lado: AB		Peso S: 606,0				
Peso Humedo: 8156,0		% W: 9,6				
Masa Seca: 7443,6						
Masa Lavado Seco: 6777,0	Técnico Resp: SSS	Revisado por RJCHM				
AASHTO T11 Y T27						
Malla	Masa Retenido parcial	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasando	Límite Inferior	Límite Superior
76.2 mm	0,0	0,0	0,0	100,0	100	100
50.1 mm	316,0	4,2	4,2	96	95	100
9.5 mm	3398,0	45,7	49,9	50	30	65
No.4	852,0	11,4	61,3	39	25	55
No10	902,0	12,1	73,5	27	15	40
No40	736,0	9,9	83,3	17	8	20
No.200	415,0	5,6	88,9	11	0	15
Charola	158,0					
Peso total	6777,0					
Calidad de Agregado						
Código de muestra: V-BLFD 250						
Ensayo		Resultado		Especificaciones		
Limites de Atterberg	Limite Liquido	31,2	%	-		
	Limite Plastico	23,0	%	-		
	Indice de Plasticidad	8,2	%	-		
Clasificacion HRB		A-2-4 (0)		Fragmento de rocas grava y arena		
Proctor Modificado	Densidad Maxima	1842	kg·m ³	-		
	Humedad Optima	15	%	-		

9.1.7. Análisis Granulométrico ASTM-D422, AASHTO-T88.

De la imagen No. 3 se muestran los siguientes resultados obtenidos en el laboratorio clasificado como un material (A-2-4) son suelos grava areno limosos con un índice de plasticidad 8.2 %, un límite líquido de 31.2%, límite plástico de 23% su densidad máxima de 1842 kg/cm^2 y una humedad óptima del 15%, mostrando granulometría del 61% para el lado grueso y 39% en el lado fino de la curva.

Por las características físicas y mecánicas del material se designa exclusivamente para Terracería.

Imagen No.4: Límites de Atterberg AASHTO T89 Y T90 ASTM D42

CONSORCIO EDICRO – IMPULSO					Tel.: (505) 22502110			
Fecha:	2016-05-13		Proyecto:	material de relleno en alcantarias				
Codigo:	P 0069		BANCO CAÑO BLANCO					
			Muestra N°0069	Clasificación HRB A-2-4(0)				
LIMITES DE ATTERBERG AASHTO T89 y T90 ASTM D424								
ENSAYO N°	1	2	3	4	5	1	2	3
CAPSULA N°	A-2	A-15	A-13			E 8	E-7	
N° GOLPES	16	26	36			xxx	xxx	
PC + PW	42,91	41,24	47,24			29,27	29,55	
PC + PS	36,02	35,04	39,40			27,09	27,30	
W	6,89	6,20	7,84			2,18	2,25	
pc	20,65	20,78	20,58			20,64	20,60	
PS	15,37	14,26	18,82			6,45	6,70	
% HUMEDAD	44,83	43,48	41,66			33,80	33,58	
$y = -0,1585x + 47,442$						golpes vrs humedad R² = 0,9927		
CARTA DE PLASTICIDAD								
Clasificación HRB A-2-4(0)								
				LIMITE LIQUIDO		28,4		
				LIMITE PLASTICO		33,7		
				INDICE PLASTICO		-5,3		
OBSERVACION: Estos ateriales clasifican como A-2-4(0) son gravas areno limo arcilloso bien graduados presentan caparilidad madiana a veses perjudicia, permeabilidad baja a mediana, elasticidad baja a elevada con cambios de volumenes medianos a elevados, su uso como sub base es regular, como base va de malo a regular, como terreno de cimentacion van de bueno a excelnte y como terraplen van de regular a bueno.								

9.1.8. Límites de Atterberg AASHTOT-89 y T90 ASTM D424.

De la imagen No. 4 se muestran los siguientes resultados obtenidos en el laboratorio el material ensayado se clasifica como un HBR A-2-4, son grava areno limo arcilloso presenta caparida a veces perjudicial permeabilidad baja a mediana, elasticidad baja ha elevada con cambios de volúmenes.

El material ensayado presento los siguientes datos un índice plástico de -5,3%, y un límite líquido de 28,4% con un límite plástico de 33,7%. Su uso en terreno de cimentación va de 0 a 5 Bueno a excelente y como terraplén establecidos por tablas que van de lo regular ha bueno.

Imagen No 5: Proctor Modificado AASHTO T180 ASTM D1557.

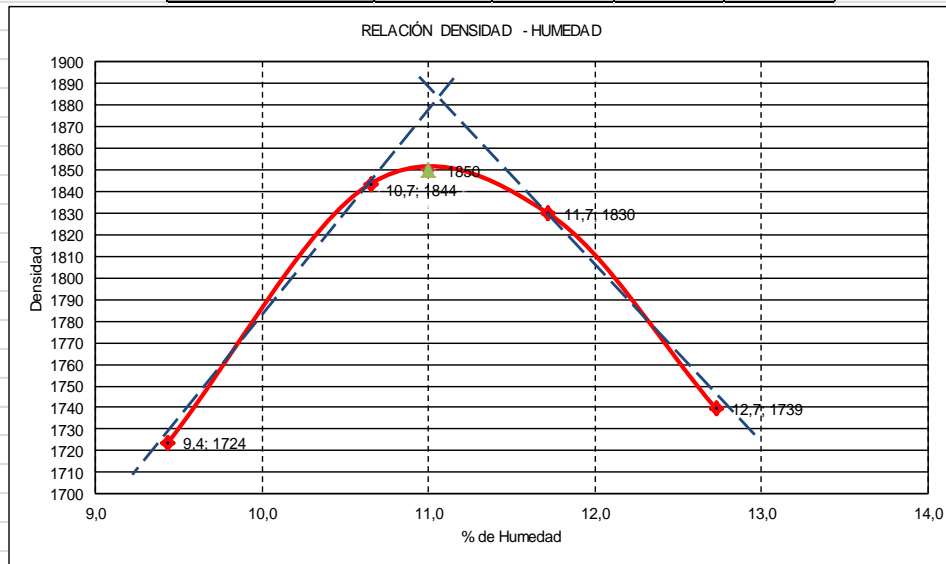
CONSORCIO EDICRO – IMPULSO

PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180 ASTM D1557

Fecha:	2016-03-02	Clasificación HRB A-2-4(0)		
Muestra: 0035	Código de Muestra: SF-V-0035	Técnico: Sebastián Sánchez		
Molde Nº 1	Diámetro: 15,24 cm	Volumen: 2123cm ³	Peso: 5832 Kg	Peso del martillo: 10 Lbs.
	Caída de martillo: 45,72cm	Energía de compactación: 27,6Kg-cm/cm ³		

CAÑO BLANCO MATERIAL PARA USO DE RELLENO DE ALCANTARILLA Est, 57+811.07

				2,123
AGUA (cc)				
PESO AGREG+MOLDE	9837	10163	10172	9995
PESO MOLDE	5832	5832	5832	5832
PESO AGREGADO	4005	4331	4340	4163
Y1	1886	2040	2044	1961
Ys	1724	1844	1830	1739
CÁLCULO DE HUMEDAD				
PESO INICIAL	348,0	374,0	386,0	395,0
PESO FINAL	318,0	338,0	345,5	350,4
PESO CÁPSULA	0,0	0,0	0,0	0,0
PESO DEL AGUA	30	36	40,5	44,6
PESO SECO	318,0	338,0	345,5	350,4
% HUMEDAD	9,4	10,7	11,7	12,7



DENSIDAD MÁXIMA	1850	kg/m³
HUMEDAD ÓPTIMA	11,0	%

OBSERVACION: Estos materiales clasifican como A-2-4(0) son gravas arena limo arcilloso bien graduados presentan capilaridad mediana a veces perjudicia, permeabilidad baja a mediana, elasticidad baja a elevada con cambios de volúmenes medianos a elevados, 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 terraplen van de regular a bueno.

9.1.9. Proctor Modificado AASHTO T-180, ASTM D-1557, Valor Relativo de Soporte (CBR) AASTHO T193, ASTM D 1883.

De la imagen No. 5 se muestran los siguientes resultados de laboratorios, El material ensayado se clasifican como HBR A-2-4, estos son suelos grava areno limo arcilloso, bien graduados presentan capilaridad mediana a veces perjudicial, permeabilidad baja a mediana, elasticidad baja a elevada con cambios de volúmenes medianos a elevados.

Determina el grado de compactación del material tiene la capacidad de soportar una densidad máxima de 1850 kg/m^3 de acuerdo a la humedad optima 11% la capacidad de soporte carga del material relativo a la humedad si la humedad mayor al punto óptimo menor será el grado de compactación del material.

Imagen No. 6: Equivalente de Arena AASHTO T176-02 ASTM D2419.

CONSORCIO EDICRO – IMPULSO		Tel.: (505) 22502110				
RESULTADO DE LABORATORIO						
Equivalente de Arena AASHTO T 176 - 02 ASTMD2419						
Nombre del Bco	Caño Blanco	Fecha	18-ago-16			
Uso	Para Pedraplen	muestra 21				
	N/A					
Requerimiento de ensayo						
Procedimiento de ensayo		Procedimiento de preparación de muestra				
Método de agitación mecánica	<input checked="" type="checkbox"/>	Método alternativo No.1 (secado al aire)	<input checked="" type="checkbox"/>			
Método de agitación Manual		Procedimiento alternativo No. 2 (pre humedecido)				
Temperatura para la solución	22 + 3	Fracción de material ensayado	Material menor de 4.75 mm			
Procedimiento						
Pruebas realizadas		1	2	3	4	Promedio
Lectura de arena (in)	A	3,5	3,1	3,4	3,2	4,0
Lectura de arcilla (in)	B	5,1	5,2	5,3	5,6	6,0
Tiempo de sedimentación (min)		20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Equivalente de arena (%)	$C = A \times 100 / B$	69	60	65	58	63,0
Precisión aceptable						
		Un operador		Multilaboratorio		
Rango mínimo de variación (%)		4,0				
Comentarios : De acuerdo a terminos de referencia y especificaciones de proyectos el equivalente de arena debe ser mayor de 50%						
Realizo el ensayo: OSCAR CASTILLO Responsable de laboratorio: RDO CHAMORRO						

9.1.10. Equivalente de arena, ensaye AASHTO T-176-02, ASTMD2419.

En la imagen No. 6 se muestran los resultados de equivalencia de arena y arcilla que tiene el material de acuerdo a la norma establecidas para que este material sea utilizado como agregado en la fabricación de mortero, concreto la equivalencia debe ser del 50%. Debido al resultados obtenidos en el laboratorio de este material es de 63% de equivalencia está valorado de buena a excelente.

Imagen No.8: Determinación de Densidad y Absorción de Agregados Gruesos AASHTO T-85.

CONSORCIO EDICRO – IMPULSO				Tel.: (505) 22502110			
LABORATORIO DE MATERIALES							
DETERMINACION DE DENSIDAD Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS AASHTO T-85							
Proyecto: San Francisco - Bluefields				MUESTRA 21			
Banco : Caño Blanco				FECHA : 24/08/2016			
DETERMINACION DE DENSIDAD Y ABSORCION							
Item		cant.	unida de medida				
1	Peso Cesta +Muestra saturada superficialmente seca en aire =	4764	gr				
2	Peso cesta en aire=	863	gr				
3	Ws, Peso de muestra saturada con superficie seca en aire, (1-2)=	3901	gr				
4	Peso sumergido en agua= cesta + muestra suturada superficialmente seca	2982	gr				
5	Peso de cesta en agua=	762	gr				
6	wma, peso de muestra saturada superficialmente seca en agua, (4-5) =	2220	gr				
7	Wo, peso de muestra secada a peso constante=	3841	gr				
8	Peso de un volumen de agua igual a la muestra saturada superficialmente seca, (3-6) =	1681	gr				
9	PED Bulk, (7/8)x1000=	2285	gr/cm3				
10	Peso humedo de la muestra saturada superficialmente seca, (3-7)=	60	gr				
11	Peso de un volumen de agua igual a la muestra secada, (7-6)=	1621	gr				
12	PE saturado con superficie seca, (3/8)x1000=	2321	gr/cm3				
13	PE aparente, (7/8)=	2,28	gr/cm3				
14	% de absorcion, (10/7)x100%=	1,56	%				
Observaciones : Especificaciones Peso Relativo aparente 2.33-2.75, % Absorcion 0-3							
OSCAR CASTILLO				RICARDO CHAMORRO			
Laboratorista				Responsable de control y calidad			

9.1.12. Determinación de densidad y absorción de agregados gruesos AASHTO T-85.

En la imagen No.8 se muestra una de las propiedades física del material en estudios, este ensaye se ejecuta con la finalidad de determinar el peso específico del material y la capacidad de absorber agua.

La densidad es una unidad de masa sobre un espacio de volumen se determina la cantidad exacta de agregado en una mezcla de concreto y se puede determinar por peso y por volumen a la hora de dosificar concreto.

Los datos obtenidos del material ensayado en el laboratorio fueron los siguientes:

- Peso específico de 2285 gr/cm^3 .
- Capacidad de absorción de 1.56%.

X. CONCLUSIONES.

El volumen del banco Caño Blanco es de $43199m^3$ de material disponible para extraer en el sitio.

Se llegó a la siguiente conclusión de acuerdo en los resultados obtenidos en el laboratorio de la empresa CONSORCIO EDICRO IMPULSO los materiales que posee el banco de préstamo es tipo roca sólida que presenta características de 0 a 10 considerándose de excelente calidad.

Los materiales ensayados por las características del tipo de material analizado físico mecánica comprobando el material cumple con los requerimientos para distintas obras del banco de préstamo en Caño Blanco ubicado a 7 km de la línea central (carretera) de la ciudad de Bluefields RACCS 2017.

La roca sólida, es la materia prima que se extrae del banco de la cual se derivan a través de la trituración otros materiales tales como: base estabilizada, material de filtro, material de aproche, terracería segunda capa, pedra-plen entre otros, los que pueden ser utilizados con mucha seguridad por su calidad comprobada en ensayos de laboratorio.

Las propiedades físicas y mecánicas del suelo para el banco de materiales fueron: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, y consistencia.

En base a su textura el material era áspero por su cualidad de planeamiento, estructura de arena caliza con pigmentación de material unitario de alta densidad, permeabilidad bien baja por lo tanto su porosidad también es baja, su consistencia es solida y el color del material es blanco marfil.

Una parte de estas propiedades se determinaron por medio de los ensayos de laboratorio mecánico y manual, otra parte se determinó en la visita de campo realizada.

XI. RECOMENDACIONES.

Se recomienda:

- Profundizar con base en esta investigación otros bancos de materiales de la región para tener un criterio más amplio de la calidad y uso de bancos de materiales.

- A las instituciones dedicadas al ramo de la construcción, crear una base de datos de calidad de materiales que presenten cada banco existente en la región.

- Las instituciones gubernamentales y empresas dedicadas a la construcción de obras públicas y privadas que pongan en prácticas los procesos adecuados de explotación y manejo de banco de materiales de la zona, además de la ocupación de los mismos, garantizando de esta manera la calidad y duración de las obras de infraestructura.

XII. BIBLIOGRAFIA.

- César García Andreu, J. M. ((Curso 2.008 – 2.009)). Prácticas de Materiales de Construcción I.T.O.P – Práctica N° 7. CHILE: Universidad de Alicante.
- Fraly Nazareth López Lugo, M. J. (Noviembre 2014). Analisis de la calidad de los bancos de materiales utilizados en el municipio de Rivas para la construccion de la capa sub-base y base de la superficie de rodamiento. Managua.
- LA ASAMBLEA NACIONAL, E. P. (Ley No. 730, Aprobada el 1º de Julio del 2010). LEY ESPECIAL PARA EL USO DE BANCOS DE MATERIALES SELECTOS PARA EL APROVECHAMIENTO EN LA INFRAESTRUCTURA. MANAGUA NICARAGUA : Normas Jurídicas de Nicaragua,Publicada en La Gaceta No. 152 del 11 de Agosto del 2010,.
- Sergio Alberto Damián Hernández, A. M. (2000). IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRTEROS. EFECTOS POR LA EXPLOTACION DE BANCOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE CORTES Y TERRAPLENES. mexico: Publicación Técnica No. 145, Sanfandila, Qro, 2000.
- UGA-MTI., E. p. (Abril 2014). FICHA AMBIENTAL, Banco de material de préstamo, Caño Blanco. Managua, Nicaragua: MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA, UNIDAD DE GESTION AMBIENTAL.
- Wilford Enmanuel Hernandez Aguirre, J. E. (Junio 2016). Analisis de la calidad del banco de agregado fino Sinacapa en el municipio de Altagracia para la elaboracion de concreto. Managua.

XIII. ANEXOS.

Fotografía No. 1: Máquina de perforación para voladura en el banco Caño Blanco este proceso es fundamental para obtener la materia prima con la que se producen los distintos materiales a analizar.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía. No. 2: Banco de material Caño Blanco una vez ejecutado el proceso de voladura se puede apreciar la materia prima resultante.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía No. 3: En esta fotografía se puede apreciar como los camiones acarrean la materia prima resultante de la voladura hasta la planta de trituración.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía. No. 4: Proceso de trituración del material procedente de la voladura en la planta trituradora del banco Caño Blanco, de este proceso surge los distintos materiales en estudios, en esta etapa los materiales resultantes tienen que cumplir con su designación según su intervención en obras para ser producidos en mayor cantidad.



Fuente: (Elaboración propia)

Fotografía. No. 5: Ensaye equivalente de arena del agregado fino utilizado para mortero procedente del material triturado en el banco Caño Blanco.



Fuente: (Elaboración propia)

Fotografía. No. 6: Ensayes Pesos específicos del material $\frac{3}{4}$ banco Caño Blanco.



Fuente: (elaboración propia)

Fotografía. No. 7: Ensaye de valor relativo de soporte del suelo (CBR) ya prensado y puesto en saturación para determinar el grado de hinchamiento que tiene el material procedente del banco Caño Blanco.



Fuente: (Elaboración propia)

Fotografía. No. 8: Lecturas en la prensa del valor relativo (C.B.R.)



Fuente: (Elaboración propia)

Fotografía No. 9: Prensa de laboratorio del valor relativo (C.B.R.)



Fuente: (Elaboración propia)

Fotografía. No. 10: Equipo de laboratorio del valor relativo (C.B.R)



Fuente: (Elaboración propia)