



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.

FACULTAD CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS.

TRABAJO DE TITULACIÓN.

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO.**

TEMA.

**“CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
CON VISTA AL DISEÑO DE LA MAQUINA ESTERILLADORA DE CAÑA
GUADUA (ANGUSTIFOLIA KUNTH) EN EL CANTÓN PORTOVIEJO.”**

AUTOR: PONCE SALTOS LUIS ARMANDO.

**TUTOR DE TRABAJO: ALFREDO ZAMBRANO RODRÍGUEZ
INGENIERO. MECÁNICO-MAGISTER EN ENERGÍA.**

PORTOVIEJO-MANABÍ- ECUADOR.

2016.

Dedicatoria

A Dios, a mis Padres, Hermanos.

Bienaventurado el hombre que teme a Jehová, y en sus mandamientos se deleita en gran manera. Su descendencia será poderosa en la tierra; la generación de los rectos será bendita.

Agradecimiento

Este trabajo de titulación está dedicado primeramente a Dios por confortar mi alma, guiarme por sendas de justicia por amor a su nombre y llenar mi vida de muchas bendiciones y darme la sabiduría e inteligencia para llevar a cabo este trabajo, agradezco y mis Padres, Abuelos, Tío German Saltos, Hermanos, al Pastor Tito Cevallos, a nuestro maestro Humberto Saltos por estar comprometidos con la iglesia.

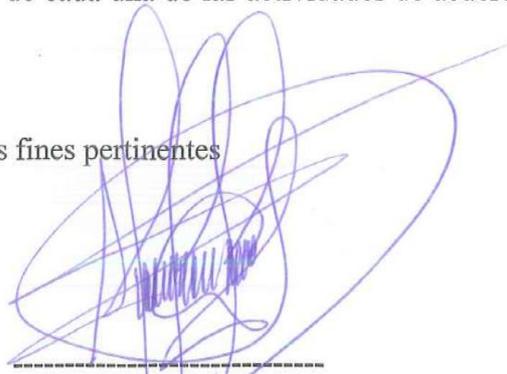
Certificación del Director de Trabajo de Titulación

Quien suscribe la presente señor Ing. Alfredo Zambrano Rodríguez , Docente de la Universidad Técnica de Manabí, de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Química; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación " **CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS CON VISTA AL DISEÑO DE LA MAQUINA ESTERILLADORA DE CAÑA GUADUA (ANGUSTIFOLIA KUNTH) EN EL CANTÓN PORTOVIEJO.**" desarrollada por el profesionista: Señor Ponce Saltos Luis Armando; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Art. 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo desarrollado por el profesionista cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente al estudiante en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presento el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación el profesionista puso mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes



Ingeniero: Alfredo Zambrano Rodríguez
Ing. Mecánico-Magister en Energía.
Director del Trabajo de Titulación.

Informe de Revisor. Trabajo de titulación

Informe del trabajo de titulación

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de investigación y que lleva por tema: " **CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS CON VISTA AL DISEÑO DE LA MAQUINA ESTERILLADORA DE CAÑA GUADUA (ANGUSTIFOLIA KUNTH) EN EL CANTÓN PORTOVIEJO.**" desarrollado por él señor, Ponce Saltos Luis Armando con Cédula No. 080321982-3 , previo a la obtención del título de INGENIERO MECÁNICO, bajo la tutoría y control del señor Ing. Luis Felipe Sabando Piguabe, docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumpla con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, su autor:

- Ha respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio
- Ha aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados
- El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado.
- Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCULANTE para los fines legales pertinentes.

Ing. Luis Felipe Sabando Piguabe
REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACION

Declaración sobre Derechos del Autor

Declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación y autorizo legítimamente a la Universidad Técnica de Manabí para uso de todos sus contenidos que me pertenecen, con los fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



PONCE SALTOS LUIS ARMANDO

AUTOR

Índice

Introducción.....	11
1.1 Taxonomía de la caña guadua.....	13
1.2 Partes de la guadua.....	14
1.3 Importancia de guadua.....	15
1.4 Etapas de cortes.....	15
1.5 La observación de la luna.....	15
1.6 La hora de corte.....	16
1.7 La estación o época de año.....	17
1.8 Fases de la guadua.....	17
1.9 Preservación de la caña guadua.....	18
1.10 Curado en el gradual.....	18
1.11 Preservación mediante humo.....	19
1.12 Preservación por inmersión de agua.....	19
1.13 Preservación mediante recubrimiento.....	20
1.14 Preservación Bouchuerie.....	20
1.15 Preservación método Bouchuerie modificado.....	21
1.16 Proceso de secado.....	22
1.17 Secado al calor.....	22
1.18 Secado al aire.....	22
1.19 En creosota.....	23
1.20 Micro-ondas.....	23

CAPÍTULO 2

2.1 Lugar y ubicación de donde se tomaron las muestras de suelo y cañas guadua....	24
2.2 Estudios de suelos de la caña guadua.....	25
2.3 Ensayos de humedad natural.....	25
2.4 Ensayos de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos.....	27
2.5 Ensayos de granulometría de suelos.....	28
2.6 Caracterización de las propiedades mecánicas de la caña guadua.....	33
2.7 Ensayos de compresión.....	33
2.8 Ensayos de flexión.....	34
2.9 Ensayos de tensión.....	35
2.10 Metodología de los ensayos.....	36
2.11 Preparación para los equipos de ensayos de compresión.....	36
2.12 Preparación para los equipos de ensayos de flexión.....	37
2.13 Preparación para los equipos de ensayos de tensión.....	37
2.14 Análisis e interpretación de los resultados.....	38
2.15 Análisis de los resultados de las pruebas de compresión.....	38
2.16 Análisis de los resultados de las pruebas de flexión.....	41

CAPÍTULO 3

3.1	Diseño de maquina esterilladora, picadora y limpiadora de caña guadua....	48
3.2	Análisis de las funciones de la maquina.....	48
3.3	Parámetros de diseño.....	49
3.4	Esterillado.....	49
3.5	Componentes del sistema hidráulico.....	50
3.6	Calculo de la potencia necesaria.....	54
3.7	Fuerza de los cilindros.....	57
3.8	Velocidad de movimiento de los vástagos de los cilindros.....	59
3.9	Caudal necesario para hacer una carrera (Q_n).....	59
3.10	Calculo real para hacer una carrera (Q_r).....	60
3.11	Selección de material para las cuchillas para el esterillado.....	60
3.12	Calculo de la potencia del motor para el carro transportador de cañas.....	63
3.13	Cepillado.....	64
3.14	Sistema de alimentación.....	65
3.15	Velocidad de corte.....	65
3.16	Velocidad de avance.....	66
3.17	Numero de cuchillas del árbol porta cuchillas de cepillado.....	66
3.18	Profundidad de corte.....	67
3.19	Diámetro del árbol porta cuchillas.....	67
3.20	Numero de revoluciones del árbol porta cuchillas.....	67
3.21	Esfuerzo de corte.....	68
3.22	Potencia absorbida en el corte.....	68
3.23	Potencia del motor.....	69
3.24	El avance.....	69
3.25	Diagrama del sistema de cepillado.....	70
3.26	Potencia transmitida.....	70
3.27	Selección de bandas portacuchillas.....	72
3.28	Relación de transmisión.....	73
3.29	Diámetro primitivo de la polea.....	74
3.30	Distancia entre ejes.....	74
3.31	Longitud de la correa.....	75
3.32	Arco de contacto.....	75
3.33	Velocidad lineal de las correas.....	76
3.34	Potencia efectiva por correas.....	76
3.35	Calculo del número de correas.....	80
3.36	Flecha máxima de la viga.....	80
3.37	Cargas uniformemente repartidas en la viga para esterillado y cepillado...	80
3.38	Calculo de los piñones y catalina para el carro transportador.....	83
3.39	Calculo de los engranajes rectos de los ejes transportadores de la caña picada en el cepillado.....	84
3.40	Calculo de los engranes rectos que regulan la velocidad de los	--

3.41	Calculo de lo engranes cónicos que suben y bajan la mesa del cepillado....	86
3.42	Calculo de las estrías del eje transportador de la caña guadua	89
3.43	Análisis económico.....	90
3.44	Conclusión.....	92
3.45	Recomendación	93
3.46	Bibliografía.....	94
3.47	Anexos.....	99
3.47.1	Visita al gradual en el cantón Portoviejo de la parroquia de San Placido en el sitio las Delicias del km 92 vía Quevedo.....	100
3.47.2	Tomando las coordenadas	101
3.47.3	Preparación del terreno para hacer la calicata.....	101
3.47.4	Cañas hechas.....	102
3.47.5	Desprendimiento de las hojas caulinares.....	103
3.47.6	Manchones de guadua.....	103
3.47.7	Especímenes a estudiar.....	104
3.47.8	Medida de su diámetro.....	105
3.47.9	Medición de crecimiento de las guadas.....	105
3.47.10	Proceso de podado.....	106
3.47.11	Diferentes rizomas de la caña.....	107
3.47.12	Cañas jóvenes.....	108
3.47.13	Corte de cañas hechas.....	109
3.47.14	Limpieza de las cañas.....	110
3.47.15	Brote de especímenes	110
3.47.16	Explicación para hacer los respectivos estudios de suelos.....	111
3.47.17	Muestra para granulometría.....	112
3.47.18	Lavado del material de granulometría.....	113
3.47.19	Preparación de material para humedad natural.....	114
3.47.20	Peso de la tara para humedad natural.....	114
3.47.21	Colocación de muestra de humedad natural en el horno.....	115
3.47.22	Peso del material para límite líquido y plástico.....	115
3.47.23	Corte de las cañas para el ensayo de compresión.....	116
3.47.24	Preparación de las muestra.....	117
3.47.25	Peso de las cañas.....	117
3.47.26	Máquina que se tomara para los ensayos de compresión.....	118

3.47.27 Preparación del equipo.....	120
3.47.28 Muestras para el ensayo de compresión.....	121
3.47.29 Ingreso de datos al sistema para ensayo de compresión.....	121
3.47.30 Resistencia de las probetas de las Delicias.....	122
3.47.31 Ensayo de compresión en curso.....	123
3.47.32 Colocación de la muestra a estudiar.....	124
3.47.33 Toma de datos adquiridos.....	126
3.47.34 Muestra de los resultados de compresión de Riochico.....	127
3.47.35 Deformación de las probetas.....	131
3.47.36 Toma de resultados de los ensayos de compresión.....	132
3.47.37 Falla de espécimen.....	133
3.47.38 Ensayo de flexión en marcha.....	134
3.47.39 Resultados del ensayos de flexión.....	135
3.47.40 Deformaciones por la fuerza aplicada.....	138
3.47.41 Fallas.....	139
3.47.42 Maquina Universal Néstor para Ensayo de tensión.....	139
3.47.43 Medida de la estricción de la probeta.....	141
3.47.44 Toma de datos.....	141
3.47.45 Compañeros de investigación.....	143

Resumen

En la provincia de Manabí en las zonas rurales la caña guadua *Angustifolia Kunth*, es un recurso natural renovable por excelencia, el cual tiene una gran importancia ecológica. Manabí tiene una extensión de 18.940 km², y la falta de viviendas inquieta de manera directa al campesino manabita y parte de los suburbios de las ciudades que se ven desfavorecidos al saber que su economía no le permite vivir de forma digna con su familia en su entorno natural.

En la actualidad en el país, la industrialización de la caña guadua ha estado muy restringida, debido a incomparables factores, fundamentalmente porque no hay cultivos investigados, donde no se conoce la edad, el contenido de humedad, los nutrientes del suelo, la representación de cortar o especie .etc. En si lo que se busca es el desarrollo e innovación de la misma, con el estudio de investigación se quiere conocer las propiedades físicas-mecánicas de la caña guadua que son comparadas con la del acero.

Es necesario observar que en la provincia de Manabí no se cuenta con máquinas adecuadas al momento de procesamiento de la caña guadua, es por ello que se diseñará una máquina esterilladora de caña para tener el proceso adecuado con la finalidad de mejorar su calidad. Y así resolver problemas y mejorar las condiciones sociales de nuestros ciudadanos.

El diseño de este proyecto es un proceso innovador y altamente interactivo, relacionada con la producción, manejo de energía, con la dotación de los medios de fabricación, de herramientas, y maquinarias adecuadas con técnicas de automatización.

Summary

In the province of Manabí in the rural area, the bamboo cane *Angustifolia Kunth*, is a renewable natural resource par excellence, which has a great ecological importance. Manabí has an extension of 18,940 km², and homelessness directly concerned to manabita peasant and part of the suburbs of the city that is disadvantaged in knowing that their economy does not allow them to live in dignity with their family in their environment.

Nowadays in the country, the bamboo cane industrialization has been severely restricted because of incomparable factors, mainly because there are not investigated crops where the age, moisture content, soil nutrients, representation cut or species is not known. etc

At the end what is looked is the development and innovation of the same one, with the study of investigation it wants to be known the physical - mechanical properties of the bamboo cane that is compared with that of the steel.

It is necessary to observe that in province of Manabí there are not appropriate machines at the moment of processing of the bamboo cane that is why it will be designed a esterilladora machine of cane to have the adapted process with the objective to improve it quality. And in this way solving problems and improving the social conditions of our citizens.

The design is an innovative process and highly interactive process, related with the production and the energy process with the provision of the means of production, tools and appropriated equipment with the automation techniques.

Introducción

La caña guadua “*Angustifolia Kunth*” es una especie, de la familia del bambú, que es cultivada en las regiones del país ya sea en las zonas tropicales y subtropicales del país. (Cruz, 2015). Crece a una altitud de entre los 0-2500 m.s.n.m.

En el Ecuador en la provincia de Manabí en las zonas rurales la caña guadua *Angustifolia Kunth*, siendo un recurso natural renovable por excelencia, el cual tiene una gran importancia ecológica, tiene la capacidad de retener el agua y reducir la erosión, además emite oxígeno, captura CO₂ y permite el desarrollo sustentable en la región donde se implanta siendo cultivadas o colectadas en varias maneras tradicionalmente para la construcción de viviendas, cercas, puertas, puentes, elaboración de muebles, juguetes, ropa, cerveza, e incluso sus rizomas son comestible, y todo lo referente a la artesanía, etc.

En la actualidad en provincia de Manabí, tanto el procesamiento como la industrialización de la caña guadua han estado muy restringida, debido a incomparables factores, fundamentalmente porque no hay cultivos investigados, donde no se conoce la edad, el contenido de humedad, los nutrientes del suelo, la representación de cortar o especie .etc. (Cruz, 2015)

En si lo que se busca es el desarrollo e innovación de la misma. Con los avances tecnológicos que hoy en día existen se pueden aprovechar las propiedades físicas-mecánicas de la caña guadua y demostrar la resistencia que son comparadas con la del acero es por ello que vale la pena estudiarla además de tener un rápido crecimiento y fácil manejo en cuanto a transporte se refiere.

Es por ello que además de estudiar las propiedades físicas y mecánicas de la caña guadua, de acuerdo a su resistencia en este proyecto se diseñará una máquina que esterille pique y cepille la caña guadua, además de la selección de los materiales y equipos a utilizar en la misma.

El Problema: ¿Garantizara el estudio y diseño de una maquina esterilladora de caña guadua a la solución del déficit de viviendas?

El objetivo general : Realizar la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de caña guadua (*Angustifolia Kunth*) así como el diseño de una maquina esterilladora que permita la utilización de la misma como material de construcción de viviendas de bajo costo de interés social.

Los objetivos específicos: Efectuar las pruebas físicas y mecánicas (compresión, flexión, tensión) de caña guadua (*Angustifolia Kunth*); seleccionar el acero y herramientas a utilizar en la maquina; realizar el diseño técnico de una maquina esterilladora de caña guadua; efectuar la valoración técnica-económica de la fabricación de la máquina esterilladora de caña guadua.

La hipótesis radica en el acto que: realizadas las pruebas físicas y mecánicas de la caña guadua; así como el diseño de la maquina esterilladora, podrá garantizar su uso y explotación para la elaboración de paneles que serán utilizados en la construcción de viviendas de interés social de bajo costo.

CAPITULO PRIMERO

1.1 Taxonomía de la caña guadua

La caña *Angustifolia* Kunth es un bambú leñoso que pertenece a la tribu Bambuseae se caracterizan por ser espinoso. **Rizoma** paquimorfó, con apariencia de tortuga.

Rizoma en si con longitud de 20-40 cm entrenudos de la parte superior del rizoma de mayor longitud (2.5-3cm) que los de la parte más basal del rizoma (1.2-1.3 cm), desarrolla de 3 a 4 soportes de rizomas por cada lado, los cuales son gruesos y pueden alcanzar de 8-10 cm de diámetro; presencia de raíces adventicias sobre el rizoma en sí de color amarillento naranja, gruesas, con diámetros hasta de 0.7 cm. **Culmo** (15-) 20-27 m de altura, 9-17 cm de diámetro, de color verde con rayas verdes más oscuras cuando joven y pubescente en el 1/3 superior, luego se torna verde opaco y amarillento con la edad, erecto en la base y arqueado apicalmente; entrenudos huecos, con longitudes de 15-33cm en los 10 primeros entrenudos, y 30-49 cm en el 1/3 medio y apical, espesor de la pared del culmo 2-5 cm; nudo solitario, línea nodal pronunciada, horizontal, ligeramente inclinada por debajo de la yema, con bandas de pelos blancos, ásperos, arriba y debajo de la línea del nodal: banda superior 0.4-0.6 cm, banda inferior 1.2-1.5 cm; yema solitaria, ampliamente triangular, protegida por un profilo obtuso hacia el ápice, pubescente, cubiertos por pelos adpresos de color café y con las márgenes ciliadas. **Hoja caulinar coriácea**, de color café, deciduas, lámina 5 a 6 veces más pequeñas que la vaina, 68-91 cm longitud x 68-72 cm ancho, abaxialmente hispida, cubierta por dos tipos de pubescencia: a) pelos cortos, tomentosos y b) pelos hispidos, rígidos, cafés, removibles, márgenes ciliadas, con raya marginal más oscura, ciliadas de color café, adaxialmente glabra, brillante; lamina de 11-14 cm longitud, 13.15 cm de ancho, triangular erecta, persistente, abombada, mucronada en el ápice, se rompe o no a lado y lado del mucrón, abaxialmente menos pubescente que la vaina, adaxialmente nervada y pubescente entre nervaduras, las márgenes ciliadas, con pelos cafés, lígula interna 2-3 mm longitud, pubescente, cubierta por pelos adpresos de color café, ligeramente invaginada y asimétrica, finalizando antes de las márgenes, a veces desarrolla setas orales en la porción media de la lígula. **Ramificación** intravaginal; rama primaria solitaria y con espinas, desarrolla 1-3 espinas por nudo, a veces al final de la rama con espinas desarrolla complementos foliares, el culmo desarrolla (0-) 2 a 3 ramas

primarias en el 1/3 basal, sin desarrollo de ramas en el 1/3 medio y desarrollo de ramas con follaje en el 1/3 superior. Hojas del follaje variables en tamaño y con presencia de apéndices en el summit de la vaina; los complementos foliares del 1/3 basal tiene laminas más anchas que las del 1/3 apical, y desarrollan aurículas fimbriadas en el summit de la vaina, mientras que las ramas del 1/3 apical solo desarrollan fimbrias en el summit; por el lado adaxial glabrescente, con presencia o ausencia de aurículas y/ o fimbrias en el summit de la vaina, márgenes ciliadas; aurículas en forma de lengua, de color verde a purpura, fimbriadas en los márgenes, orientadas apicalmente y con ángulo de inclinación menor a 45° en relación al eje central; fimbrias de color blanco-marfil, ligeramente onduladas; laminas extremadamente variable en tamaño, linear-lanceolada. (X. Londoño, 2015)

1.2 Partes de la guadua

Con el fin de tener más conocimiento de las partes más rentables y aprovechables de la caña guadua se realizan un enfoque en la siguiente tabla

Tabla # 1 Partes de la guadua fuente Ponce Luis	Partes de la guadua	Descripción	Utilización
	Copa	Es la parte apical o cogollo de la guadua, tiene una longitud de 1,25 a 2,50 metros	Se la corta en el suelo del guadua como aporte de materia orgánica o abono.
	Varillón	La parte de menor diámetro, su longitud es de alrededor de 3 metros	Se la utiliza en la construcción como soporte o correas y en la siembra como puntales
	Sobrebasa	El diámetro es menor y la distancia de entre nudos es mayor que la basa. Es un tramo muy comercial ya que tiene una longitud de 4 metros	Utilizada para soportes de estructuras de concreto, eras, viguetas, córrales, cercas .etc.
	Basa	Es la parte más comercial de la caña debido a que posee mayores usos debido a su diámetro tiene una longitud próxima de 8 metros	De acuerdo a su diámetro se la utiliza para columnas, esterillas la cual tiene diferentes usos como paredes, postes, di paneles, cobertizos, etc.
	Cepa	Es la parte más fuerte debido al espesor de su pared sus entre nudos son los más cortos tiene una longitud de 2 metros	Se la utiliza en columnas en la construcción para estabilidad de taludes y su parte en muy comercial debido a su corta distancia
	Rizoma	Es un tallo subterráneo la cual es el soporte de la planta su diámetro varia de entre 50-80 cm y una profundidad de 1.5 metros	Se lo utiliza para hacer juegos infantiles, asientos, etc.

1.3 Importancia de guadua

La guadua aporta mucho al suelo por el hecho de tener la capacidad de retener el agua y reducir la erosión, además libera oxígeno, captura de dióxido de carbono (CO₂) y además de ello se puede observar gran cantidad de flora y fauna que permite el desarrollo sustentable en la región, es un material que es utilizado desde muchos años atrás, en la agricultura, pesca, corrales, en viviendas, en nuestro medio las personas tienen un mal concepto en cuanto a las viviendas, conocido como material para casas de pobres. Sin embargo es muy utilizada en casas de lujos, turísticas, cabañas y todo lo referente a artesanía

1.4 Etapas de corte

Para tener un buen aprovechamiento de un guadua se debe tener en cuenta los cambios de la luna es por ello que es recomendable cortarla en cuarto menguante debido a que en esta fase la luna esta ejerce presión sobre las masas de agua llevándola hasta su raíz y así la guadua se presenta en una mejor condición para su aprovechamiento.

Se debe tener en cuenta las manchas blancas en tallo de la guadua, lo que demuestra que la caña esté hecha o lista para ser cultivada. (REGALADO, 2015)

1.5 La observación de la luna

La observación no solo se ha extendido en el Ecuador sino también en otros países de América Latina en diferentes actividades de los campesinos, para realizar diferentes labores agrícolas, podas de las plantas, las personas que se cortan de cabello, los que se dedican a la pesca y un sinnúmero de actividades

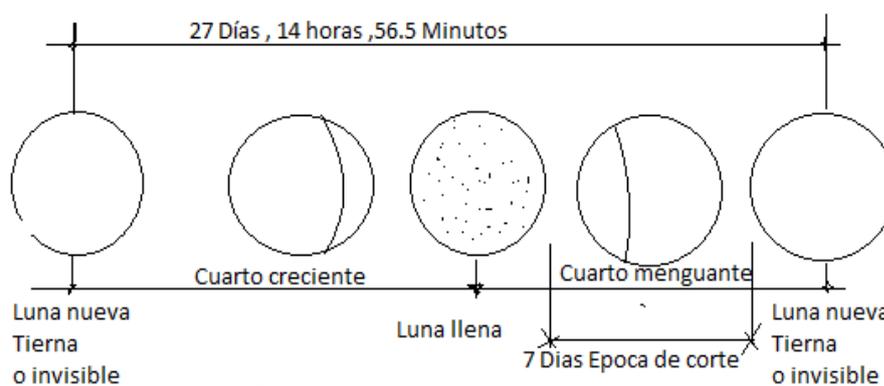


Fig #2 observación de la luna
fuente Ponce Luis

Si la luna no está en cuarto menguante “o fase oscura” no se debe realizar el corte de la caña guadua. Científicamente está probado y admitida la influencia de la luna sobre las masas de aguas como mares y océanos, lagos, ríos.

Durante la luna llena los vasos conductores de la caña están completamente llenos de agua. Y durante el menguante las cavidades intermodales de la caña guadua se encuentran con una mínima cantidad de líquido o no tiene agua, es por tanto la época adecuada por el simple hecho de tener menor cantidad de humedad y por tanto menos peligros de pudrición o contaminación por hongos y microorganismo (REGALADO, 2015)

1.6 La hora de corte

En el Ecuador se tiene en poco la hora de corte pero en Colombia es un país que viene trabajando con la guadua muchos más tiempo y ellos tienen costumbres establecidas de realizar los cortes en las primeras horas de la mañanas antes de que raye el alba, es decir de 4H00- 6H00 y si la mañana se encuentra nublada se puede extender hasta las 9H00 am.

En algunas regiones optan por cortar la caña guadua en la noche a partir de las 12H00 en adelante hasta 6H00 de la mañana. (REGALADO, 2015)

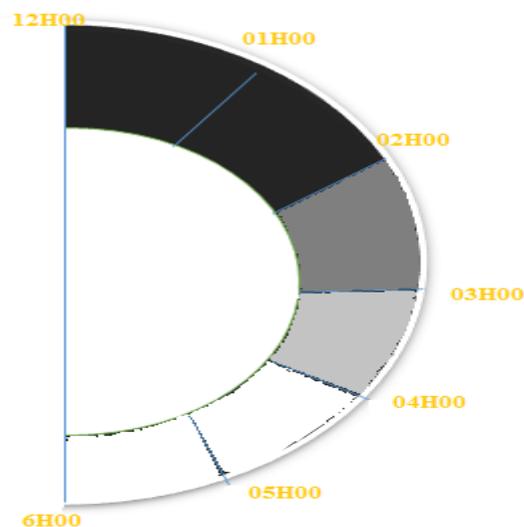


Fig. # 3 Hora de corte
Fuente Luis Ponce

El hecho de cortar las cañas en las horas de la noche o en la mañana es porque las transformaciones fisiológicas de la caña son mínimas y por lo tanto las restricciones de humedad son minúsculas.

1.7 La estación o época de año

En las diferentes regiones del Ecuador solo se corta en las épocas no lluviosas para no realizarlas en los periodos de lluvia, cave notar que hay mucha polémica en estas tradiciones por los campesinos.

El simple hecho de realizar los cortes de la caña en época no lluviosa es porque la estructura de la misma tiene diferentes componentes del parénquima y estas son más blandas y aumenta los medios de ser contagiada por los hogos en la época lluviosa. (REGALADO, 2015)

1.8 Fases de la guadua

Al conocer la edad de las cañas guaduas, se aprovechara de mejor manera las propiedades físicas y mecánicas de la misma para ello se explicaran cuáles son sus etapas de crecimiento y maduración

Tabla # 2 fases de la guadua		
Fases de la guadua fuente Ponce Luis	Edad	Descripción
	0-3 años	<p>Brote es el primer periodo de la planta y su desarrollo es muy lento hasta alcanzar una distancia de 90 cm y el diámetro de la cepa no varía con el crecimiento</p> <p>Guadua tierna es el segundo periodo donde su comienzo de crecimiento es muy rápido hasta de 8-10 cm por día</p>
	3 - 4 años	<p>Guadua joven es cuando van naciendo las ramas apicales y sus hojas caulinares se van desprendiendo quedando un color verde brillante marcada con nudos o anillos de color blanquinoso y es la edad donde debe ser podada</p>
		<p>Guadua adulta el color de la caña se torna cada vez más blanco</p>
	5 años	<p>Guadua hecha aquí a la caña le aparecen manchas de color gris y es cuando su resistencia es mayor</p>
		<p>Guadua madura es la etapa cuando la caña va perdiendo sus propiedades y su color se torna amarillento</p> <p>Guadua seca esta pierde su coloración y la resistencia es más baja</p>

1.9 Preservación de la caña guadua

Un problema que se presenta en la provincia de Manabí es que a la caña guadua "*Angustifolia Kunth*" no se le da una correcta preservación presentado problemas al momento de construir estructuras paneles vigas, viguetas y una variedad de usos que se le puede dar como es el caso de los artesanos, es por ello que es conocida como el material de los mil usos.

Para preservar la caña guadua del ataque de hongos e insectos es necesario tratarla por diferentes métodos de aplicaciones con el fin de que los tallos de la guadua sean más duraderos.

1.10 Curado en el Guadual

Es uno de los procedimientos más favorecidos y recurridos dado que su costo es menor y es un proceso natural y no manchas los tallos de las demás cañas.

Este método consiste en cortar la caña y dejarla en posición vertical sobre una roca, tronco o apoyarla sobre la ramas del mismo guadual, lo que se quiere en que no tenga contacto con el suelo húmedo o absorba humedad del mismo para que las hojas no sigan transpirando, lo que se busca es un proceso de secado gradual de adentro hacia fuera con un tiempo estimado que no sea menor a las 4 semanas y se procede a cortar sus ramas y dejarlas en el mismo guadual como material orgánico y su ves las cañas no pierden su color natural ni se agrietan y no son atacados por hongos e insectos. (Cruz, 2015)

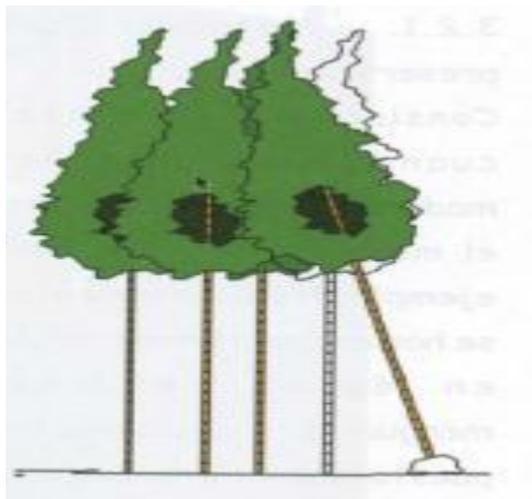


Fig. # 4 Curado en el guadual

1.11 Preservación mediante humo

Este método de preservación mediante humo es una de las más antiguas no solo en nuestro país sino en los diferentes continentes de acuerdo a antropólogos y arqueólogos no solo se utilizaba para secar madera, guaduas y alimentos entre otros. (REGALADO, 2015)

En esta transformación se utilizan hornos con cámaras cerradas tanto en sentido vertical como horizontal con diferentes dimensiones de acuerdo a la necesidad, las cañas guaduas deben ser preliminarmente perforadas ya sea en sentido vertical, lateral y helicoidal para que el humo ingrese y se evite grietas en las caña este proceso dura unos 14 días regularmente.



Fig. # 5 Perforación de caña

Fig. # 6 Horno

1.12 Preservación por inmersión de agua

Este procedimiento consiste en sumergir en su integridad a la caña guadua en un depósito que contiene preservantes, cabe señalar que los conductos de las cañas deben ser perforados con una varilla de 10-12 milímetros con el fin de que el líquido sea distribuido uniformemente, este proceso logra su máxima impregnación dependiendo del tiempo que pueda perdurar empapado lo más recomendable es de 3-4 semanas, lo que se busca es que no sufran ataques de microorganismos y plagas. (VALDÉS, <http://www.guadua.inbar.pdf>, 2015)

Este método provoca manchas en la corteza de la caña, y disminución de las propiedades físicas mecánicas si se excede de tiempo en el agua.



Fig. # 7 Inmersión en agua

1.13 Preservación mediante recubrimiento

El recubrimiento radica en que a las paredes de cañas guadua se le aplica Hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ distinguido en nuestro medio como cal viva, este proceso de protección es muy restringido por el hecho de que solo se lo aplica en paredes o en cielos rasos formados por la parte interior de los culmos.

Este sistema denominado blanqueo con lechada de cal se aplica en las paredes de caña picada o también llamada esterillas.

Este método de preservación es muy usado en el continente Americano ya que es obtenido artesanalmente en minas de caliza. (REGALADO, 2015)

1.14 Preservación Boucherie

Consiste en un tanque que se encuentra elevado la cual le permite que el fluido baje por gravedad hacia una boquilla de caucho la cual está conectada al extremo de la caña guadua, el preservante de aplicación por presión hidrostática es sulfato de cobre u otros se lo emplea a cañas recién cortadas por lo que la savia se encuentra en movimiento aún.

Las cañas en uno de sus extremos tienen que ser cortados al ras y cubrirse con hormigón para evitar que el preservante se salga, no es necesario colocar las cañas de guadua en sentido vertical si no inclinado lo malo de este método es que toma varios días según las dimensiones de la misma por lo que su uso a escala comercial es mínimo. (Hidalgo, s.f.)

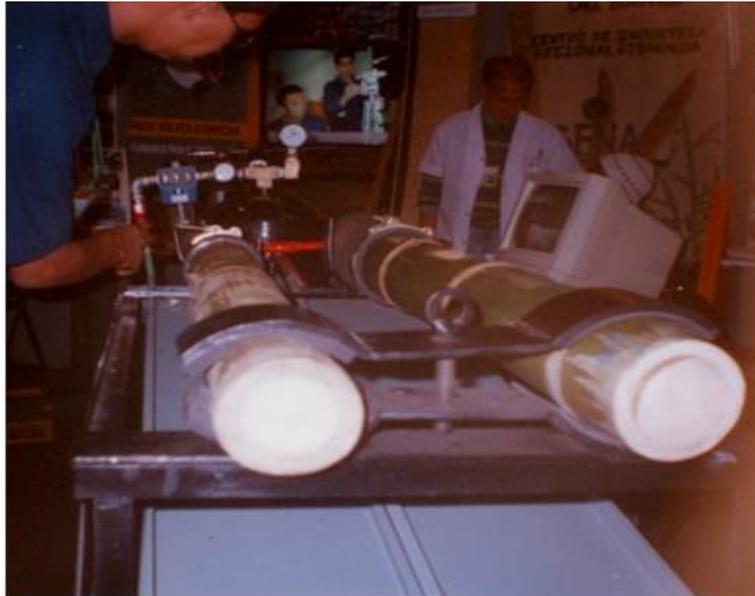


Fig. # 8 Método Boucherie

1.15 Preservación método Boucherie modificado

Este método fue modificado por el simple hecho de reducir el tiempo de preservación, con el fin reducirlos a pocas horas y radica en inyectar presión desde un tanque hermético por medio de compresor con una presión de trabajo de (10-15 psi) en este proceso no hay la necesidad de que las cañas estén en sentido vertical o inclinado. (REGALADO, 2015)



Fig. # 9 método Boucherie modificado

En la generalidad de los casos a los dos o tres minutos posteriormente de introducir el aire empiezan a salir partículas de savia por el extremo inverso y después de unos cinco minutos emergen mezclados el preservante y la savia tornándose su color más oscuro. (REGALADO, 2015)

Existen un sinnúmero de preservante y mezclas entre las más recomendadas están en la siguiente tabla

Tabla # 3 composición de preservante		
Mezcla.	Composición	Proporción
1	Pentóxido de arsénico + Sulfato de cobre cristalino +dicromato de sodio	1:3:4
2	Sales de bolinden	
3	Sulfato de cobre + dicromato de sodio + ácido acético	5,6: 5,6: 0.25
4	Ácido bórico + sulfato de cobre cristalino + dicromato de sodio	1,5: 3:4
5	Cloruro de zinc + dicromato de sodio	1:1
6	Cloruro de zinc +dicromato de sodio	5: 1,5
7	Ácido bórico + bórax + dicromato de sodio	2:2:0,5
8	Ácido bórico + bórax	1:1
9	Pentaclorofenato de sodio	
10	Composición antiséptica a prueba de fuego: ácido bórico +sulfato de cobre cristalizado +cloruro de zinc + dicromato de sodio	3:1.5:6

1.16 PROCESO DE SECADO

Existen un sinnúmero de procesos para el secado de la caña guadua entre los más destacados se tienen los siguientes

1.17 Secado al calor

En este secado se aprovecha la ayuda del fuego para ello se realiza un excavación de unos (30 a 40 cm) de profundidad y su longitud depende de las distancias de las cañas posteriormente se colocan brasas de madera o los residuos de las misma, a las guadas se las debe colocar en forma horizontal sobre un soporte a una determinada altura evitando que estas puedan quemarse, es necesario que se las esté girando constantemente para que su secado sea uniformemente. (REGALADO, 2015)

1.18 Secado al aire

El proceso radica en almacenar la caña guadua en considerable número en el suelo, se coloca de manera inclinada o horizontal al aire libre o preferible si es bajo cubierta teniendo precaución de que no esté en unión con el suelo para ello es ineludible tener una base que impida contacto con la superficie

Al igual que los procesos anteriores la caña guadua debe imponerse en un tratamiento de preservación con el fin de no tener problemas al momento de construir (REGALADO, 2015)



Fig. # 10 Secado al aire

1.19 En creosota

El método consiste en colocar las cañas verticalmente dentro de un depósito abierto, provisto de serpentines de vapor dentro del cual se vierte aceite caliente de creosota que es un compuesto químico derivado del fraccionamiento de alquitranes procedente de la destilación de carbones grasos (hulla) (wikipedia, 2015) a una temperatura de (100-115)°C con un tiempo apreciado de seis horas, este proceso se emplea para los postes y tubos de drenajes de cañas que van a estar parcialmente o totalmente bajo superficie. Si se lo utilizan como poste el extremo de la caña debe al menos tener unos 20 cm por encima de la superficie para que la humedad no afecte a la misma.



Fig. # 11 Secado por medio de creosota

1.20 Micro-ondas

Con este régimen de micro-ondas el resultado consiste en quitarle la humedad del centro hacia fuera de la guadua, esta técnica actúa en relación de masa/tiempo de la misma (REGALADO, 2015)

CAPÍTULO 2

2.1 Lugar y ubicación de donde se tomaron las muestras de suelo y cañas guadua

Las muestras que se realizaron fueron tomados del cantón Portoviejo parroquia San Placido sitio las Delicias, y en la Parroquia Riochico sitio Santa Martha, lugares que se indicaran en el mapa.

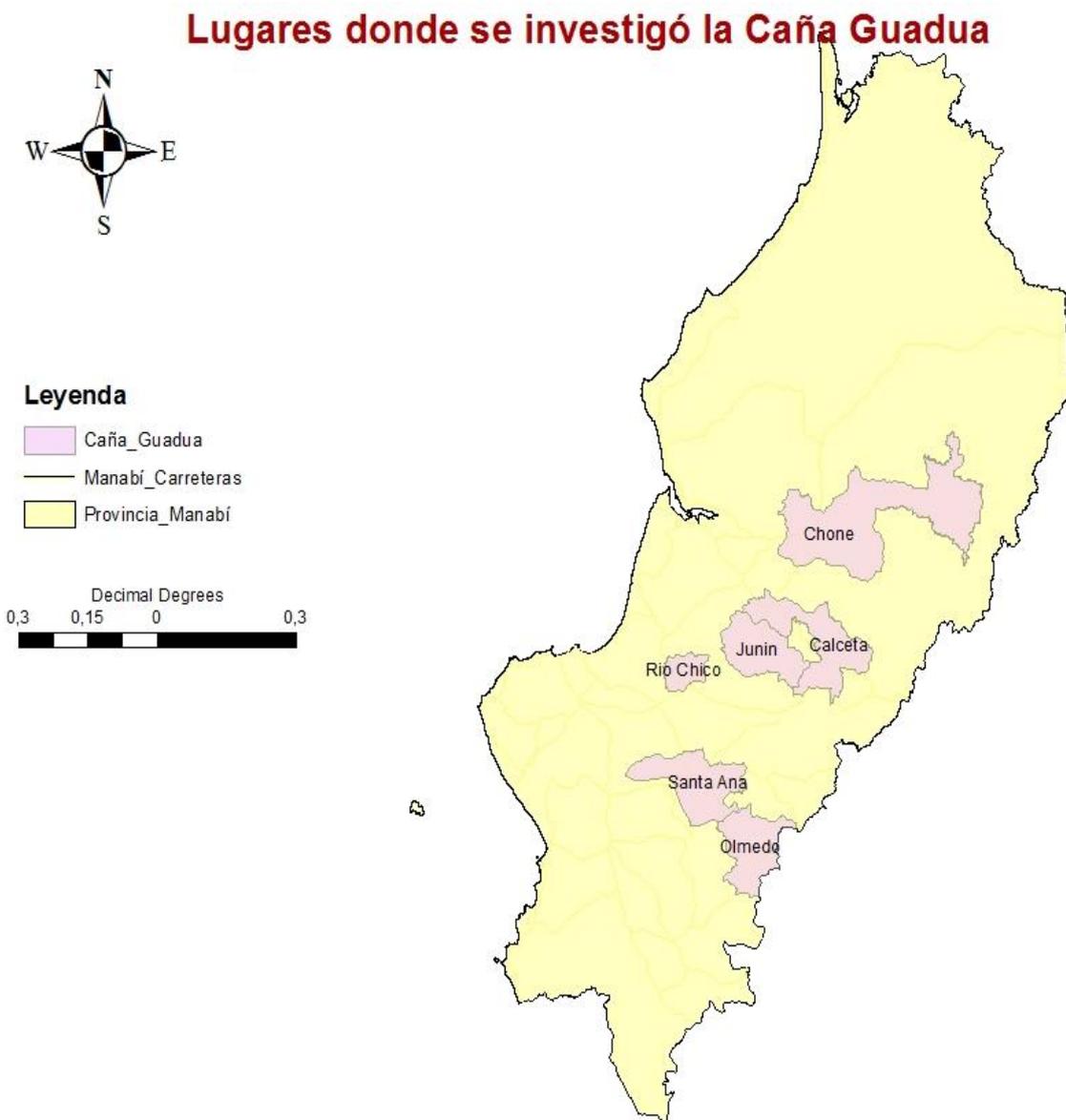


Fig. # 12 Mapa de Manabí donde se obtuvieron las muestra de caña guadua (mapa realizado con ayuda de la Dra. PHD María Rodríguez Gámez)

2.2 Estudios de suelos de la caña guadua

Los estudios de suelo se realiza con la finalidad de conocer el comportamiento y desarrollo de las cañas guaduas en su habitat natural y si desfavorece o no sus propiedades físicas de la caña guadua al estar en suelos de diferentes condiciones ambientales.

2.3 Ensayos de humedad natural

Con este ensayo se quiere demostrar el grado de humedad que tienen los diferentes suelos donde está implantada la caña guadua. La humedad natural o contenido de agua de un suelo es la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida. Que se expresa en porcentaje. (Borfittz, Bosch, & Arce, 2016)

Tabla # 4 Determinación de humedad natural del sitio las Delicias

Tabla # 4 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA EN SUELOS Y ROCAS							
Obra :		Tesis			Profundidad mts. :		0,5
Localización :		Vía Quevedo km 92 Sitio las Delicias			Sondeo N° :		Calicata
Procedencia :		Finca Saltos			Muestra N° :		2
Descripción de la muestra (VISUAL) : Arcilla algo Limoso amarillento.							
<i>Recipiente N°</i>	<i>Masa de Muestra Húmeda + Recipiente</i>	<i>Masa de Muestra Seca + Recipiente</i>	<i>Masa de Agua</i>	<i>Masa del Recipiente</i>	<i>Masa de Muestra Seca</i>	<i>% de Humedad Natural</i>	<i>% de Humedad Promedio</i>
21	136,51	113,12	23,39	29,86	83,26	28,09	27,83
192	156,18	128,91	27,27	29,99	98,92	27,57	
Obra :		Tesis			Profundidad mts. :		1
Localización :		Vía Quevedo km 92 Sitio las Delicias			Sondeo N° :		Calicata
Procedencia :		Finca Saltos			Muestra N° :		3
Descripción de la muestra (VISUAL) : Arcilla algo Limoso amarillento.							
<i>Recipiente N°</i>	<i>Masa de Muestra Húmeda + Recipiente</i>	<i>Masa de Muestra Seca + Recipiente</i>	<i>Masa de Agua</i>	<i>Masa del Recipiente</i>	<i>Masa de Muestra Seca</i>	<i>% de Humedad Natural</i>	<i>% de Humedad Promedio</i>
20	144,78	118,20	26,58	29,50	88,70	29,97	30,68
182	152,47	123,43	29,04	30,93	92,50	31,39	
Realizado.		Responsable		Fecha Toma Muestra		Fecha Ensayo	
Ponce Saltos Luis Armando		Ing. Vladimir Rojas		23/agosto/2015		24/agosto/2105	
Observaciones:							
<i>Normas de Referencia</i> INEN 690-1982 ASTM D 2216-92							

Tabla # 5 Determinación de humedad natural del sitio Santa Martha

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA EN SUELOS Y ROCAS
--

Obra :	Tesis	Profundidad mts. :	0.50
Localización :	Riochico sitio Santa Martha	Sondeo Nº :	Calicata
Procedencia :	Finca de Don Oscar	Muestra Nº :	3
Descripción de la muestra (VISUAL) : Arenosa			

Recipiente Nº	Masa de Muestra Húmeda + Recipiente	Masa de Muestra Seca + Recipiente	Masa de Agua	Masa del Recipiente	Masa de Muestra Seca	% de Humedad Natural	% de Humedad Promedio
16	136,05	117,83	18,22	30,82	87,01	20,94	20,90
2	135,54	117,29	18,25	29,81	87,48	20,86	

Obra :	Tesis	Profundidad mts. :	1
Localización :	Riochico sitio Santa Martha	Sondeo Nº :	Calicata
Procedencia :	Finca de Don Oscar	Muestra Nº :	4
Descripción de la muestra (VISUAL) : Arenosa			

Recipiente Nº	Masa de Muestra Húmeda + Recipiente	Masa de Muestra Seca + Recipiente	Masa de Agua	Masa del Recipiente	Masa de Muestra Seca	% de Humedad Natural	% de Humedad Promedio
101	174,58	151,57	23,01	30,99	120,58	19,08	16,25
10	174,05	157,00	17,05	29,95	127,05	13,42	

Realizado.	Responsable	Fecha Toma Muestra	Fecha Ensayo
Ponce Saltos Luis Armando	Ing. Vladimir Rojas	septiembre, 10 de 2015	septiembre, 11 de 2015

2.4 Ensayos de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos

En estos ensayos se darán a conocer el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad correspondientemente al ensayo de Atterberg, fundamentalmente tiene que ver con la consistencia del suelo que disminuirá o aumentara dependiendo de la cantidad de líquido. Una vez disminuida la humedad en el suelo arcilloso líquido, pasará gradualmente a estado plástico. (Rolando, 2016)

El ensayo que se realizado se lo hizo de los dos lugares diferentes, tomados a diferentes medidas entre (0.5- 1) metros de profundidad, por el hecho de que las raíces de los rizomas de la caña guadua alcanza esa profundidad.

Los resultados arrojaron que es un material de color amarillento limoso.

Tabla # 6 Resultados del límite líquido, límite plástico; índice de plasticidad

Determinación del Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos			
Obra :	Tesis	Prof. 1.00 m	
Localización :	Vía Quvedo km 92	Muestra # 2	
Procedencia :	Finca Saltos		
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA (VISUAL) :			
LÍMITE LÍQUIDO			
RECIPIENTE #	9	01	4
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	50,84	53,35	48,64
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	44,61	46,51	42,42
MASA DE AGUA (P3 - P1 - P2)	6,23	6,84	6,22
MASA DE RECIPIENTE (P4)	29,93	30,99	29,47
MASA DE MUESTRA SECA (P5 - P2 - P1)	14,68	15,52	12,95
% DE HUMEDAD (V = P3 x 100 ÷ P5)	42,44	44,07	48,03
# DE GOLPES	34	26	13
LÍMITE PLÁSTICO			
RECIPIENTE #	16	85	15
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	9,72	8,78	7,96
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	9,34	8,42	7,76
MASA DE AGUA (P3 - P1 - P2)	0,38	0,36	0,20
MASA DE RECIPIENTE (P4)	7,60	6,67	6,84
MASA DE MUESTRA SECA (P5 - P2 - P1)	1,74	1,75	0,92

Observaciones :
Normas de Referencia
 INEN 641-1982
 INEN 642-1982
 ASTM D 4318-98
 AASHTO T 89-94
 AASHTO T 90-94

Usar Ecuación de Lambe para LL.

RESULTADOS

L. Líquido = 44,25

L. Plástico = 21,38

I. Plasticidad = 22,87

Clasificación Según
 Carta de Plasticidad
 ASTM D2487 SUCS = CL

Ajustar Escala de % de Humedad
 NO PLÁSTICO
 Clasificación del Suelo

NP

Co Ecuación de Lambe:
 Numero de Golpes debe estar entre 20 y 30

$$LL = \%Hn \times \left(\frac{N \cdot \text{Golpes}}{25} \right)^{0,121}$$

Ajustar Escala de % de Humedad

Realizado:	RESPONSABLE	Solicitado por:	Fecha Ensayo
Ponce Saltos Luis A.		julio, 5 de 2015	julio, 10 de 2015

2.5 Ensayos de granulometría de suelos

Con este ensayo se quiere conocer cuáles son las proporciones y distribuciones del tamaño de partículas que existen en suelo donde está ubicada la caña guadua

Tabla # 7 Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos.

Obra :	Tesis	Profundidad mts. :	0,50
Localización :	Vía Quevedo km 92	Sondeo N° :	Calicata
Procedencia :	Finca Saltos	Muestra N° :	2

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA (VISUAL) :

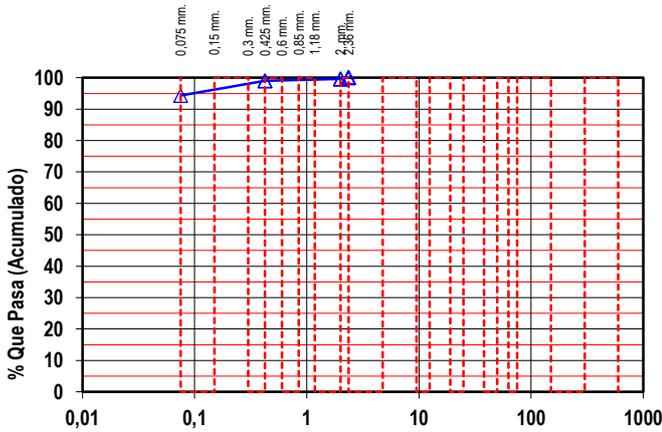
Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°		7
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda (P1)		250,00
Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2)		230,00
Masa de Agua (P3 = P1 - P2)		20,00
Masa del Recipiente (P4)		50,00
Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4)		180,00
% de Humedad (W = P3 × 100 ÷ P5)		27,83

OBSERVACIONES

:
Normas de Referencia
 INEN 154-1986
 INEN 696-1982
 INEN 697-1982
 ASTM C 117-95
 ASTM C 136-96a
 ASTM C 1140-98
 AASHTO T 11-91
 AASHTO T 27-93

SERIE FINA

Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado	% Pasante Corregido
	Parcial	Acumulada		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	1,32	1,32	99,66	
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	2,43	3,75	99,04	
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	18,57	22,32	94,29	
Pasa No. 200				
Masa inicial del material para Lavado =		500 gr.		
Masa final corregida por Humedad de los finos =		391,1 gr.		
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr)		500,0		



Realizado. Ponce Saltos Luis Armando	Responsable Ing. Vladimir Rojas	Fecha Toma Muestra julio, 5 de 2015	Fecha Ensayo julio, 10 de 2015
--	---	---	--

Tabla # 8 Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos de sito las Delicias

Tabla # 8 Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos de sito las Delicias

Obra :	Tesis	Profundidad mts. :	1,00
Localización :	Vía Quevedo km 92	Sondeo N° :	Calicata
Procedencia :	Finca Saltos	Muestra N° :	3
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA (VISUAL) :		MEJORAMIENTO	

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°		8
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda (P1)		250,00
Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2)		230,00
Masa de Agua (P3 = P1 - P2)		20,00
Masa del Recipiente (P4)		50,00
Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4)		180,00
% de Humedad (W = P3 × 100 ÷ P5)		30,68

OBSERVACIONES :

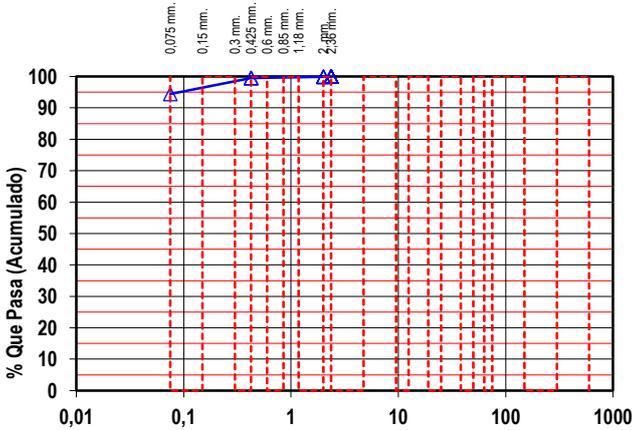
Normas de Referencia

INEN 154-1986
 INEN 696-1982
 INEN 697-1982
 ASTM C 117-95
 ASTM C 136-96a
 ASTM C 1140-98
 AASHTO T 11-91
 AASHTO T 27-93

SERIE FINA

Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado	% Pasante Corregido
	Parcial	Acumulada		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	0,22	0,22	99,94	
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	1,57	1,79	99,53	
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	19,45	21,24	94,45	
Pasa No. 200				

Masa inicial del material para Lavado =	500 gr.
Masa final corregida por Humedad de los finos =	382,6 gr.
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr)	500,0



Realizado. Ponce Saltos Luis Armando	Responsable Ing. Vladimir Rojas	Fecha Toma Muestra julio, 5 de 2015	Fecha Ensayo julio, 10 de 2015
---	------------------------------------	--	-----------------------------------

Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos.

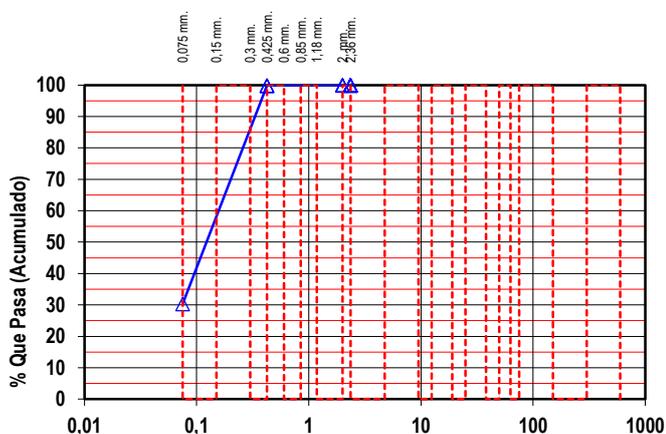
Obra :	Tesis	Profundidad mts. :	1,00
Localización :	Parroquia Riochico sitio Santa Martha	Sondeo N° :	Calicata
Procedencia :	Finca del Señor Oscar	Muestra N° :	C001
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA (VISUAL) :		MEJORAMIENTO	

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°		4
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda (P1)		500,00
Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2)		300,00
Masa de Agua (P3 = P1 - P2)		200,00
Masa del Recipiente (P4)		50,00
Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4)		250,00
% de Humedad ($W = P3 \times 100 \div P5$)		16,25

OBSERVACIONES :

Normas de Referencia

INEN 154-1986
 INEN 696-1982
 INEN 697-1982
 ASTM C 117-95
 ASTM C 136-96a
 ASTM C 1140-98
 AASHTO T 11-91
 AASHTO T 27-93



SERIE FINA

Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado	% Pasante Corregido
	Parcial	Acumulada		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	0,18	0,18	99,96	
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	0,61	0,79	99,82	
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	298,87	299,66	30,33	
Pasa No. 200				
Masa inicial del material para Lavado =		500 gr.		
Masa final corregida por Humedad de los finos =		430,1 gr.		
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr)		0,0		

Realizado. Ponce Saltos Luis Armando	Responsable Ing. Vladimir Rojas	Fecha Toma Muestra septiembre, 12 de 2015	Fecha Ensayo septiembre, 14 de 2015
--	------------------------------------	--	--

2.6 Características de las propiedades mecánicas de la caña guadua

La caña guadua o caña brava como se la conoce en el medio es uno de los materiales que se la utiliza para la construcción de diferentes estructuras como puentes, edificios, casas y en diferentes trabajos artesanales en el país tiene muy poca acogida por el hecho de no conocer las propiedades físicas y mecánicas de resistencia que posee la caña guadua. En toda edificación las fuerzas o cargas que están presente son la tensión, compresión, flexión

A medida que se realizaron los diferentes ensayos se observó que las propiedades mecánicas de las cañas guaduas en la provincia de Manabí tienen grandes variaciones indiscutibles como es el caso del diámetro interno y externos, el espesor de su pared, longitud, debido a muchas razones como el suelo, las precipitaciones que se dan en el ambiente, altura, luminosidad, entre otros.

Existen diferentes normas para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas como son (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS) ASTM D-2395-02 la cual determina la densidad de la madera, la 21ASTM D 143 que determina el contenido de humedad, la ASTM D-143-94 que es para la flexión estática, y para la compresión es la ASTM D-143, para la flexión estática de tamaño estructural es la ASTM D 198 (Pazos, 2015)

Para la realización y determinación de las propiedades físicas y mecánicas se tomaron cañas que tenían de 3-4 años de edad, de las diferentes partes de la misma como son la Cepa, Basa y Sobrebasay.

2.7 Ensayos de compresión

Para la realización de este ensayo se seleccionaron especímenes con nudo y sin nudo de Cepa, Basa, Sobrebasay, basado en diferentes investigaciones y normas como ASTM e INBAR (Red internacional del bambú y el ratan) se cortaron probetas cilíndricas de altura igual dos veces el diámetro, también se midieron diámetros exteriores e interiores y peso. (VALDÉS, <http://www.guadua.biz>, 2015)

En el proceso de corte de los cilindros existe la probabilidad de que se generen:

grietas en los extremos de la probeta. Caras no planas (VALDÉS, [http// www.guadua inbar.pdf](http://www.guadua inbar.pdf), 2015)

A las probetas que se le realizo el ensayo presentaron fallas en su totalidad por aplastamiento sin presentar astillamiento en la misma, para este ensayo se utilizó la siguiente fórmula: (Ordóñez-Candelaria & Bárcenas-Pazos, Propiedades físicas y mecánicas de tres especies de guaduas mexicanas (Guadua aculeata, Guadua, 2014)

$$f c_{max} = \frac{P_{max}}{A} \quad Y \quad E = \frac{P \cdot l_c}{\delta \cdot A}$$

Donde $f c_{max}$ es el esfuerzo máximo

P_{max} Carga máxima

Donde E módulo de elasticidad

l_c Claro de la carga

2.8 Ensayos de flexión

En este ensayo establecido, las normas INBAR recomienda dividir las fuerzas que genera la maquina en dos partes iguales por medio de una viga rígida, que a su vez transmite a cuatros soportes situados sobre los nudos próximos a los tercios de la luz. Para ello se diseñaron y se construyeron soportes tanto inferiores como superiores adecuados que se ajusten a la sección circular del culmo para que no se desarrollen concentraciones de esfuerzos durante el ensayo. (VALDÉS, [http// www.guadua inbar.pdf](http://www.guadua inbar.pdf), 2015)

A cada espécimen se le midió el diámetro exterior en tres secciones de su longitud y se obtuvo un diámetro promedio, con este valor se determinó la luz o claro de la carga, igual a, por lo menos ,30 veces el diámetro de claro. El montaje se lo describe en la siguiente figura: (VALDÉS, [http// www.guadua inbar.pdf](http://www.guadua inbar.pdf), 2015)

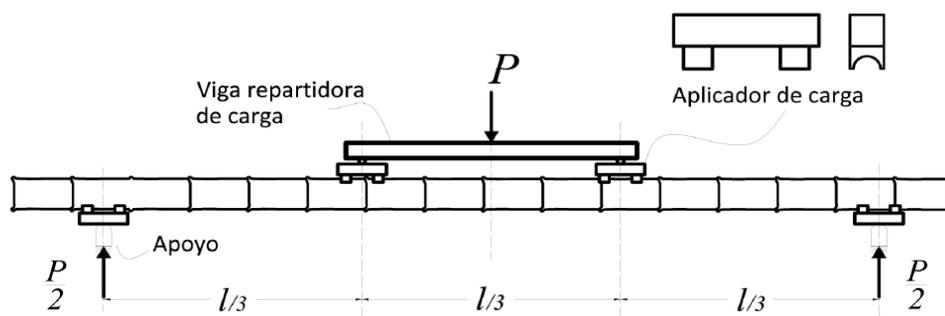


Fig. # 13 Soporte del ensayo de flexión

Para este ensayo se aplicaron las siguientes formulas: (Ordóñez-Candelaria & Bárcenas-Pazos, Propiedades físicas y mecánicas de tres especies de guaduas mexicanas (Guadua aculeata, Guadua, 2014)

$$MOR = \frac{P_{max} l De_{prom}}{12 I} \quad MOE = \frac{23Pl^3}{1296 .I. \delta}$$

Donde **MOR** es módulo de rotura MPa

De_{prom} Diámetro exterior promedio mm

l Claro de la carga mm

I Inercia mm⁴

P_{max} Carga máxima

MOE Módulo de elasticidad, MPa

P Carga aplicada, N

δ Deformación del espécimen mm

2.9 Ensayos de tensión

El ensayo consiste en utilizar una fuerza axial a la tracción a una velocidad de carga prescrita hasta que presente la falla, el ensayo se rigió bajo la Norma Técnica Colombiana NTC 5525 “Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth” la cual está basada en las norma ISO 22157 y también la ASTM 638. La resistencia a tracción del espécimen se determina al dividir la carga máxima aplicada entre el área de la sección y, con las cargas ultimas los esfuerzos últimos a la tracción.

La resistencia a la tracción se determinara siguiendo la fórmula: (Gutiérrez-González & Takeuchi-Tam, 2015)

$$\sigma_{ult} = \frac{F_{ult}}{A}$$

σ_{ult} Esfuerzo a la tracción MPa

F_{ult} Carga máxima KN

A Área de la sección mm²

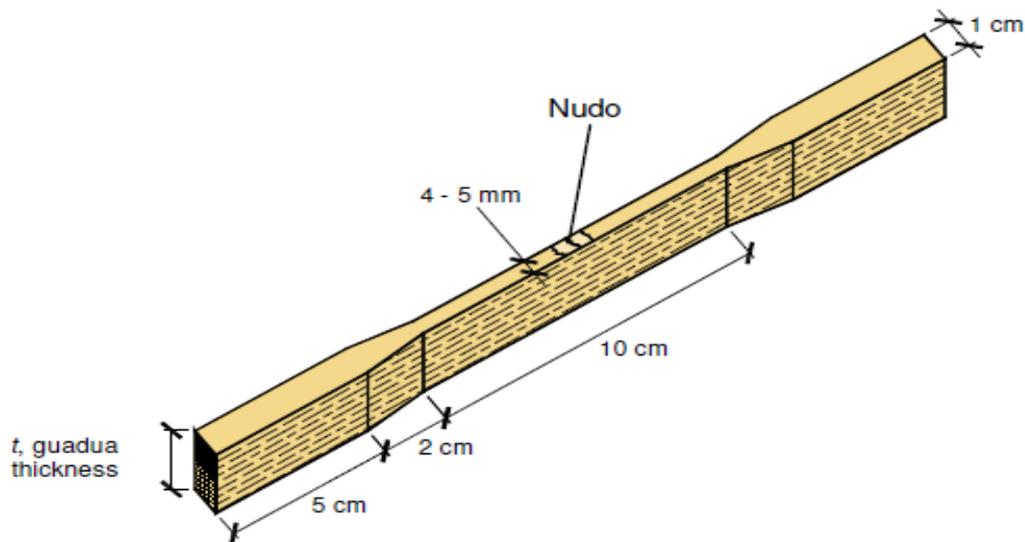


Fig.# 14 Probeta para el ensayo de tensión

2.10 Metodología de los ensayos

La metodología de los diferentes ensayos se realizó mediante la recopilación de diferentes investigaciones realizadas basadas en normas internacionales a la caña guadua *Angustifolia Kunth*

2.11 Preparación para los equipos de ensayos de compresión

Máquina utilizada para realizar los ensayos de compresión paralela a la fibra, es un equipo de marca CONTROLS que tiene una capacidad de 3000KN

El ensayo consiste en aplicar una fuerza en sentido vertical de compresión a las muestras de diferentes medidas y al momento de montarlas en la máquina hay que darse cuenta de que las caras estén centradas y bien niveladas esto se realiza a una velocidad de carga prescrita, hasta que presente la falla. Los instrumentos de medición a utilizar fue un calibrador pie de rey con una capacidad de 200 x 0,02 mm y una balanza digital de 20 kg



Fig. # 15 Máquina CONTROLS

2.12 Preparación para los equipos de ensayos de flexión

Máquina utilizada para realizar los ensayos de flexión es un equipo de marca CONTROLS. Tiene una capacidad de 1100 KN

Este ensayo radica en aplicar fuerzas puntuales a una distancia aproximada a los $L/3$ (donde se encuentre el nudo) y ver que los apoyos estén bien centrados una vez tomado las diferentes medidas correspondientes, una vez realizado lo establecido se trabaja con una velocidad descrita hasta que presente la falla de rompimiento



Fig. # 16 Máquina de flexión

2.13 Preparación para los equipos de ensayos de tensión

La máquina utilizada para los ensayos de tensión es una máquina Universal Néstor

El ensayo consiste en aplicar una tensión en los extremos de las probetas a una velocidad establecida hasta que se dé la falla o rotura de la misma



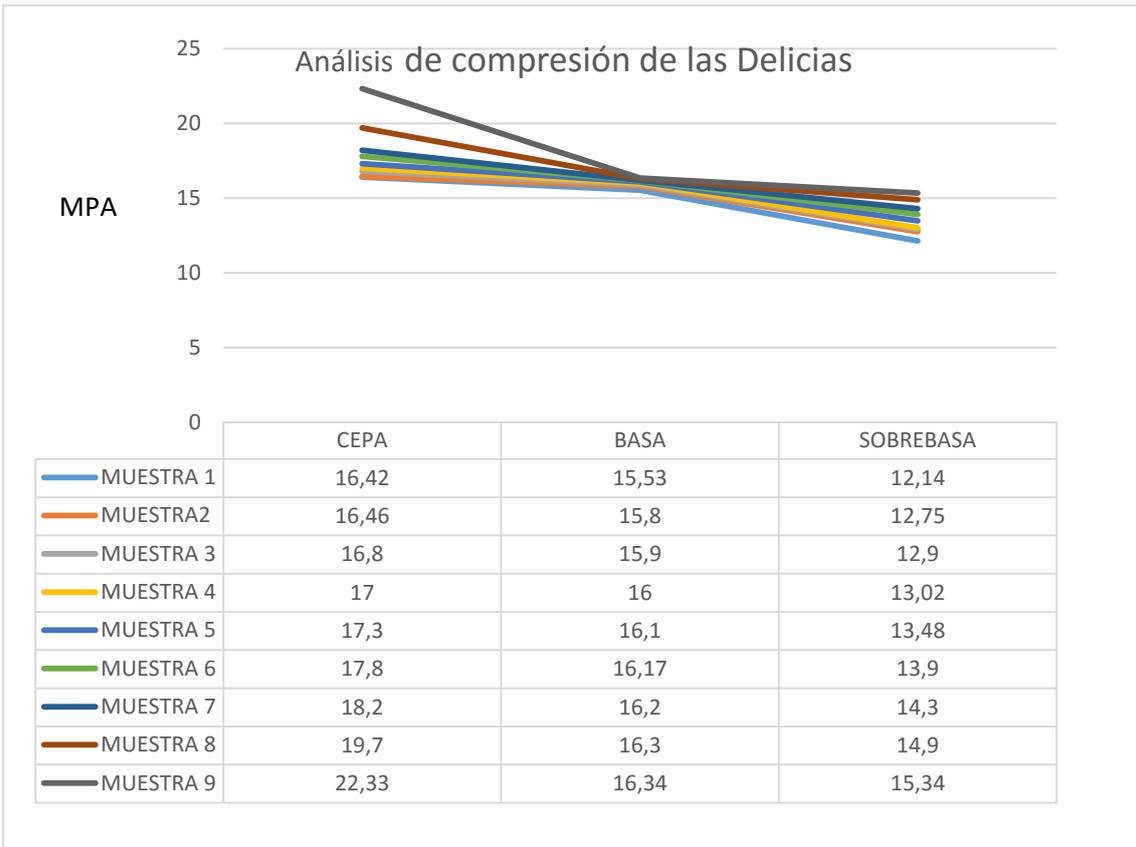
Fig: # 17 Máquina Universal Nestor

2.14 Análisis e interpretación de los resultados

Los análisis tomados se obtuvieron de las diferentes secciones de caña guadua “Angustifolia Kunth” con el fin de evaluarla mejor

2.15 Análisis de los resultados de las pruebas de compresión

Tabla # 11 Resultado de los especímenes de compresión								
Caracterización de la caña guadua Angustifolia Kunth del Cantón Portoviejo sitio las Delicias vía Quevedo km 92								
Ensayo de Compresión								
	Muestr a	Referencia	MPA	KN	Log (mm)	Ø Ext(mm)	Ø Int (mm)	Peso (gr)
CEPA	1	Máximo	22,33	252,6	240	120	79	1905
	2	Promedio	16,73	198,8	246	123	90	1875
	3	Mínimo	16,42	201,5	250	125	94	1595
BASA	4	Máximo	16,34	251,6	282	141	130	2348
	5	Promedio	15,70	200,6	281,8	140,9	130	2341
	6	Mínimo	15,53	211,6	262	131	99	1717
SOBRE BASA	7	Máximo	15,34	206,8	262	131	89	1775
	8	Promedio	13,69	107,01	263	136	105	1138
	9	Mínimo	12,14	163,7	264	131	90	1363



Una vez obtenido los resultados de los especímenes de la caña se tabula los resultados máximo, promedio y mínimo de la caña guadua en el ensayo de compresión de las Delicias

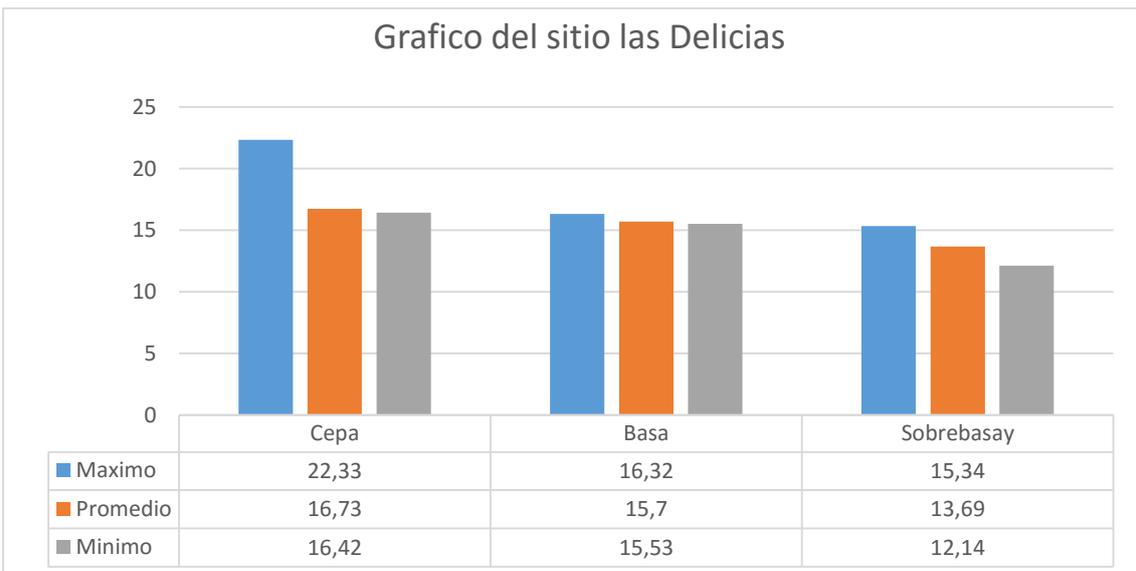
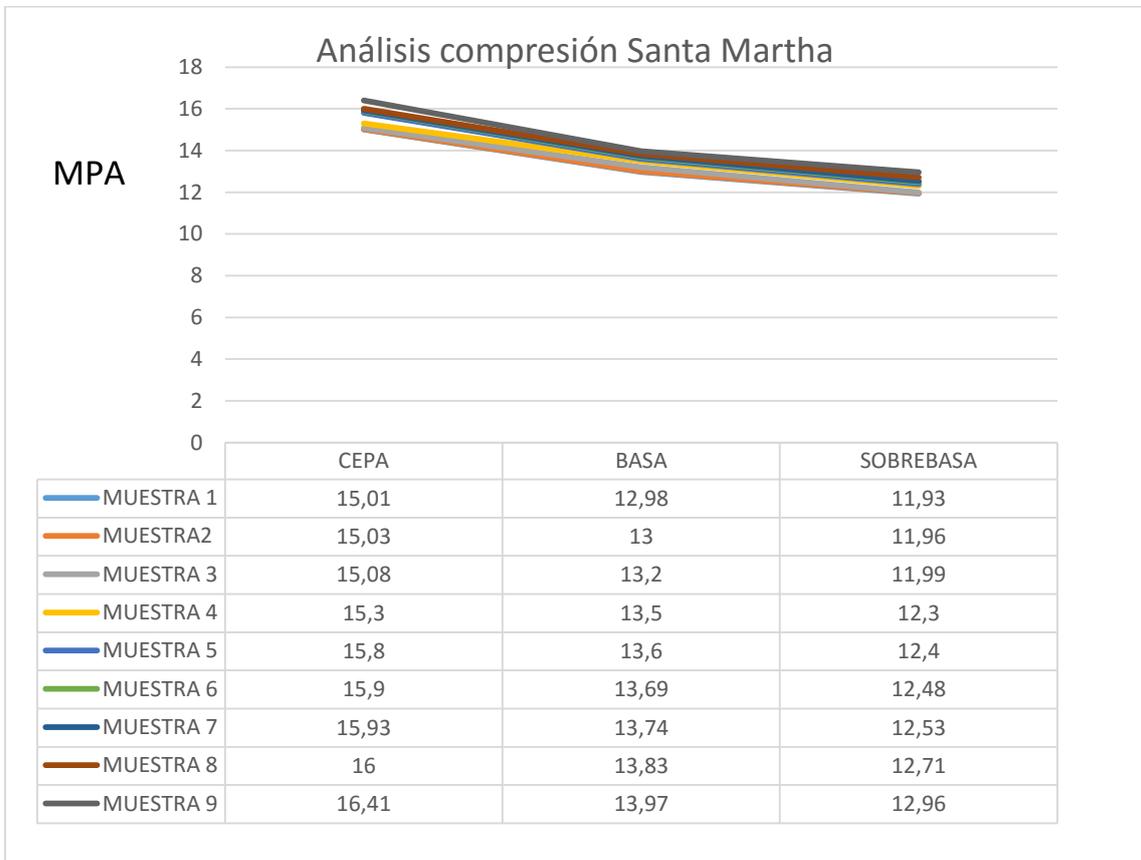
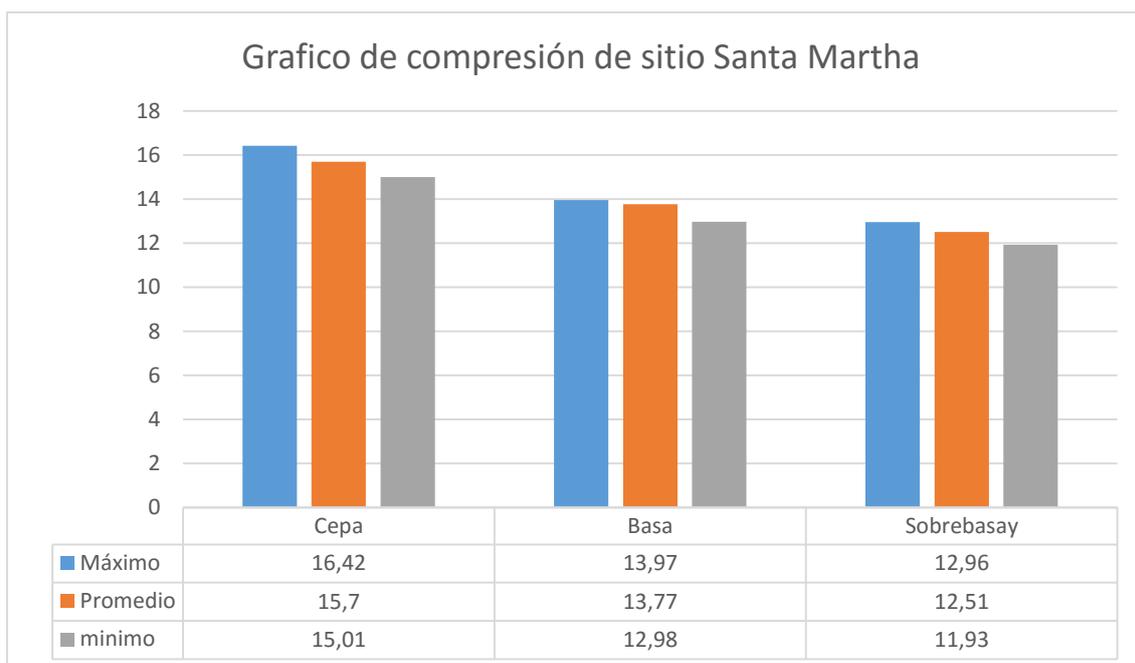


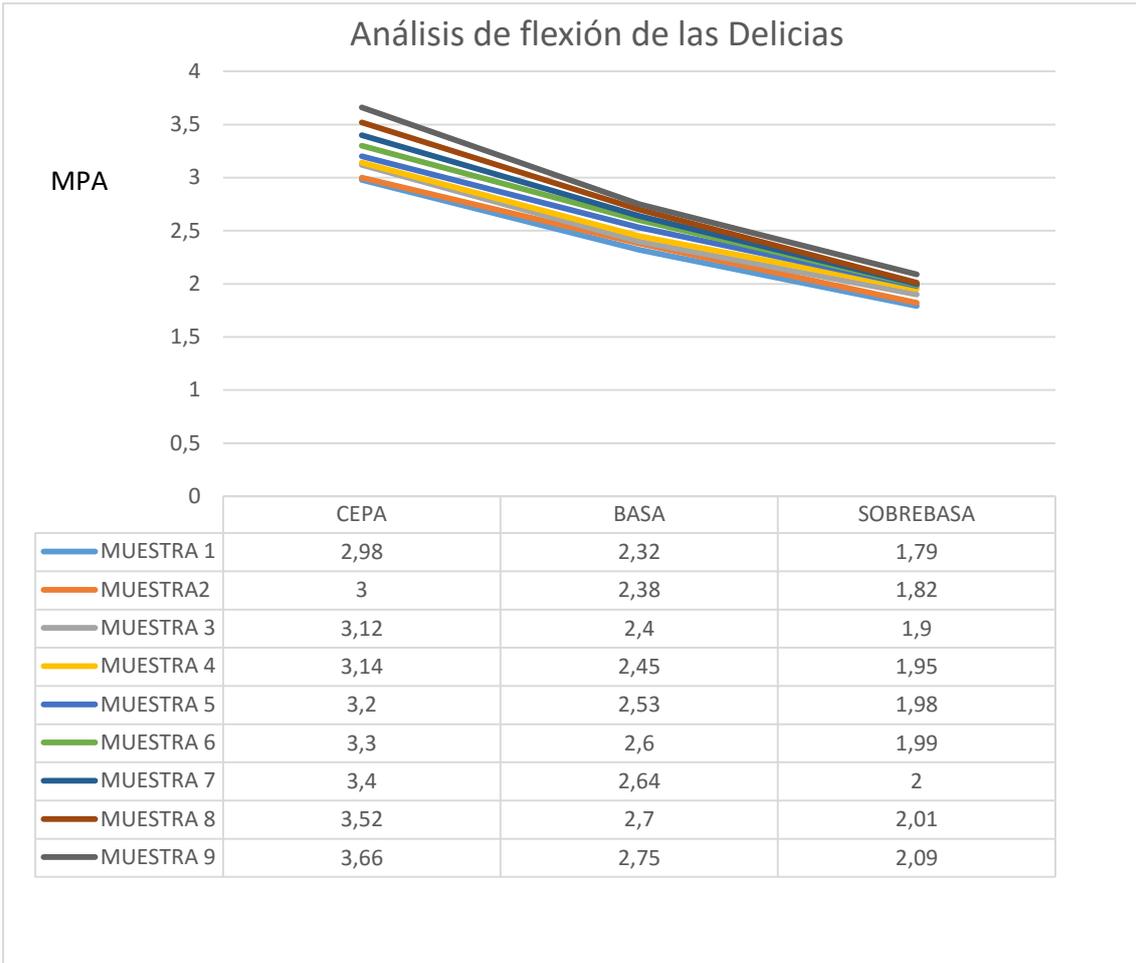
Tabla # 12 Resultado de los especímenes de compresión								
Caracterización de la caña guadua <i>Angustifolia Kunth</i> del Cantón Portoviejo parroquia Riochico sitio Santa Martha								
Ensayo de Compresión								
	Muestra	Referencia	MPA	KN	Log (mm)	Ø Ext (mm)	Ø Int (mm)	Peso (gr)
CEPA	1	Máximo	16,42	201,5	248	124	93	1585
	2	Promedio	15,70	211,6	262	131	99	1714
	3	Mínimo	15,01	169,7	240	120	80	1645
BASA	4	Máximo	13,97	125,7	236	118	79	1359
	5	Promedio	13,77	87,6	236	118	78,6	1368
	6	Mínimo	12,98	82,6	234	117	78	1303
SOBRE BASA	7	Máximo	12,96	82,5	232	116	78	1361
	8	Promedio	12,51	79,6	220	110	70,5	1217
	9	Mínimo	11,93	75,9	220	110	70	1083





2.16 Análisis de los resultados de las pruebas de flexión

Tabla # 13 Resultado de los especímenes de flexión								
Caracterización de la caña guadua Angustifolia Kunth del Cantón Portoviejo sitio las Delicias vía Quevedo km 92								
Ensayo de Flexión								
	Muestra	Referencia.	MPA	KN	Log (mm)	Ø Ext(mm)	Ø Int (mm)	Peso(gr)
CEPA	1	Máximo	3,66	53,72	1000	130	103	9774
	2	Promedio	3,32	24,89	1000	104	83	2360
	3	Mínimo	2,98	26,47	1000	110	91	2916
BASA	4	Máximo	2,75	29,35	1000	117	99	3237
	5	Promedio	2,59	38,01	1000	130	100	8938
	6	Mínimo	2,32	19,27	1000	109	89	3561
SOBRE BASA	7	Máximo	2,09	27,85	1000	126	101	3747
	8	Promedio	2,07	27,64	1000	126	99	3908
	9	Mínimo	1,79	21,87	1000	122	102	4518



Análisis del estudio de flexión con valores (máximo, promedio, mínimo)

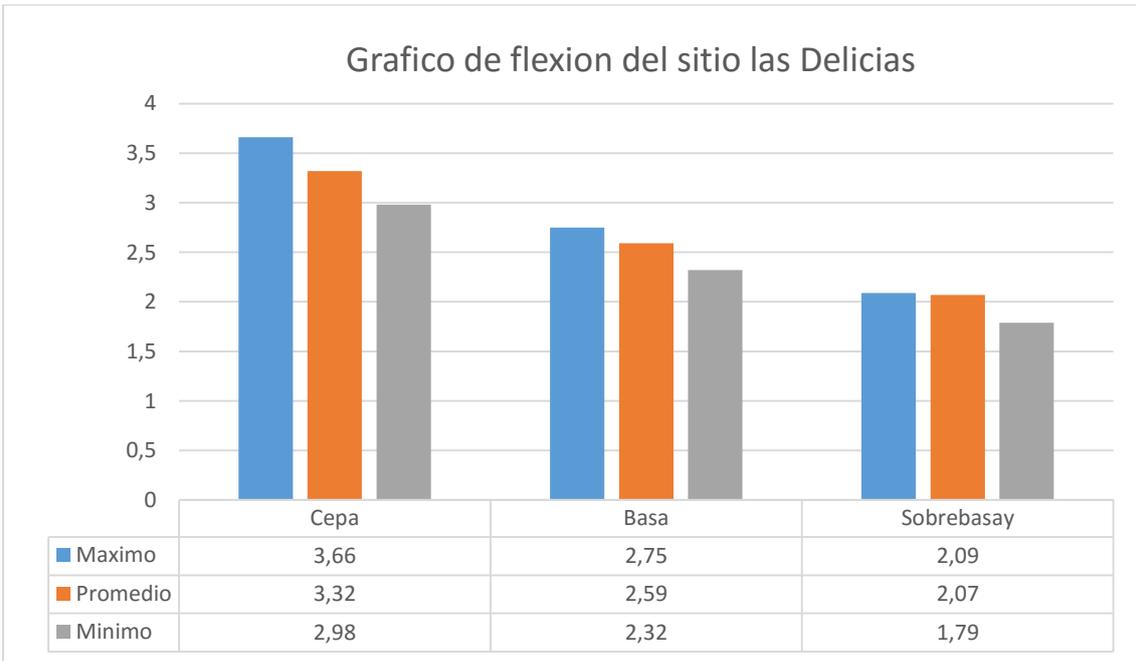
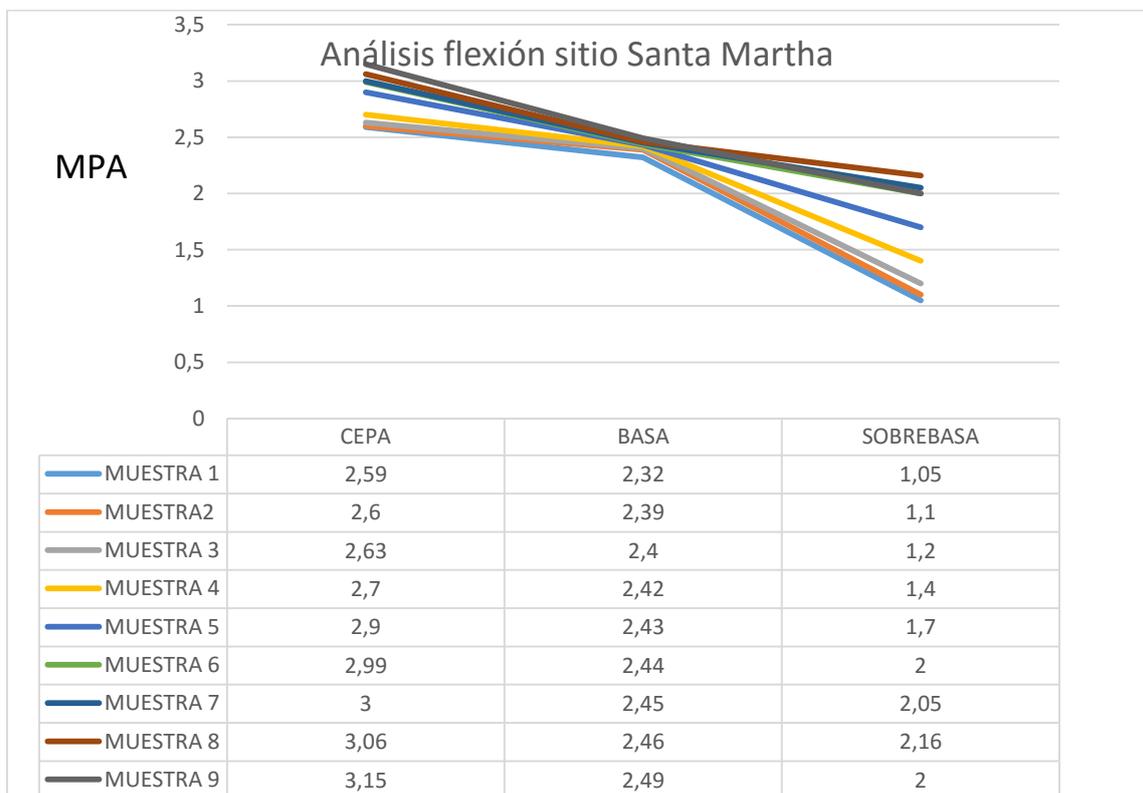
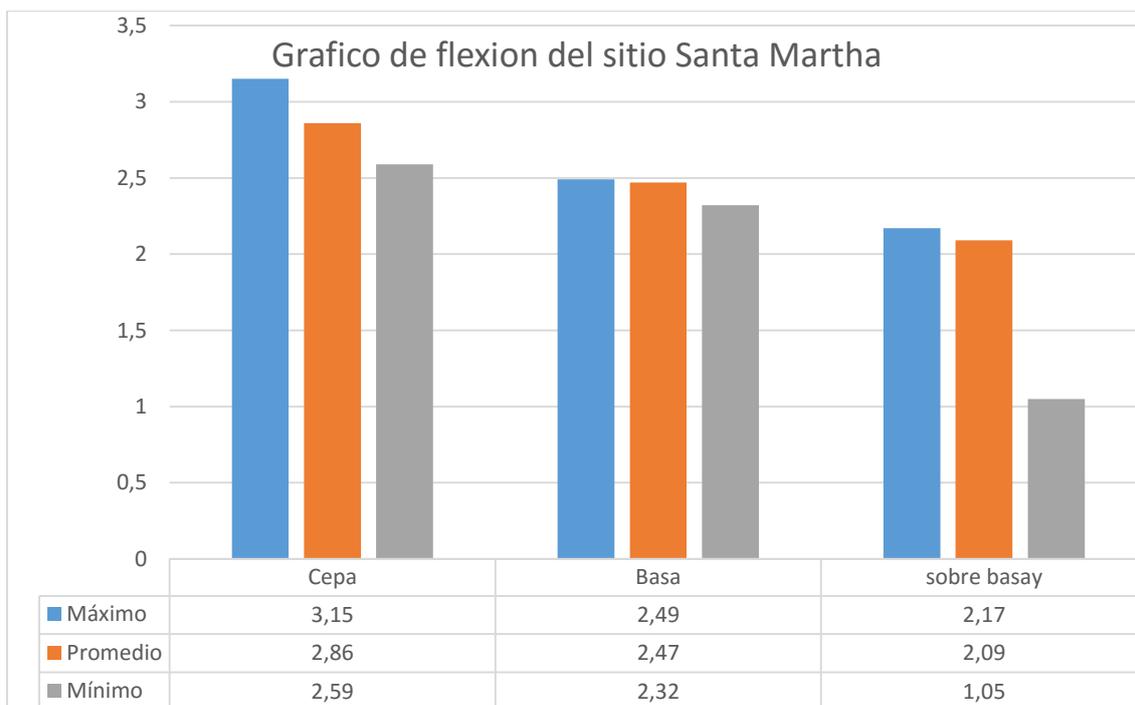


Tabla # 14 Resultado de los especímenes de flexión								
Caracterización de la caña guadua Angustifolia Kunth del Cantón Portoviejo la parroquia Riochico sitio Santa Martha								
Ensayo de Flexión								
	Muestra	Referencia	MPA	KN	Log (mm)	Ø Ext(mm)	Ø Int (mm)	Peso(gr)
CEPA	1	Máximo	3,15	27,95	1000	110	92	7350
	2	Promedio	2,86	19,11	1000	110	91	6079
	3	Mínimo	2,59	22,97	1000	119	95	5709
BASA	4	Máximo	2,49	22,12	1000	110	90	7063
	5	Promedio	2,47	21,99	1000	111	90	6032
	6	Mínimo	2,32	19,27	1000	109	89	3561
SOBRE BASA	7	Máximo	2,17	10,53	1000	108	88	3478
	8	Promedio	2,09	27,85	1000	126	101	3747
	9	Mínimo	1,05	9,33	1000	110	90	4891

Toma de las nueve muestras de flexión

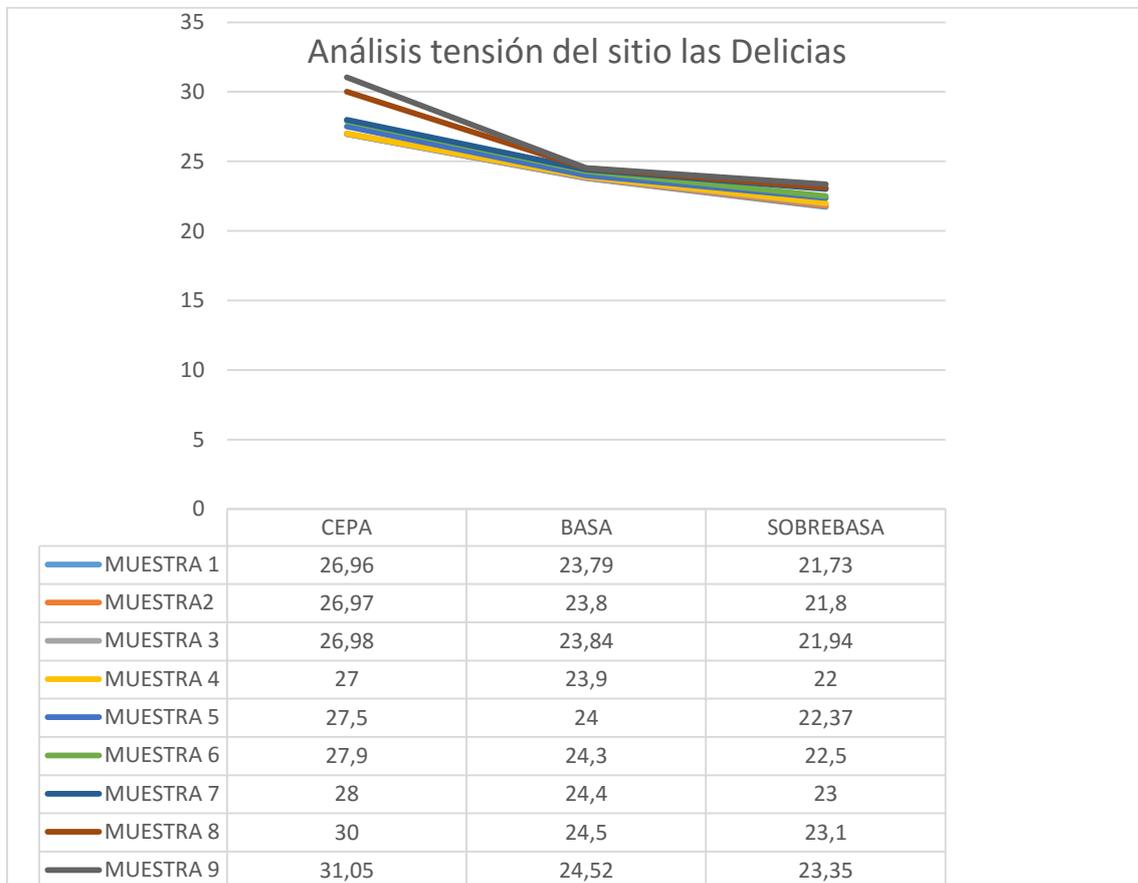


Análisis del estudio de flexión con valores (máximo, promedio, mínimo)



2.17 Análisis de los resultados de las pruebas de tensión

Tabla # 15 Resultado de los especímenes de tensión						
Caracterización de la caña guadua <i>Angustifolia Kunth</i> del Cantón Portoviejo las Delicias de la vía Quevedo km 92						
Ensayo de Tensión						
	Muestra	Referencia	MPA	Log (mm)	b (mm)	h (mm)
CEPA	1	Máximo	31,05	250	100	9
	2	Promedio	28,98	250	100	9
	3	Mínimo	26,96	250	100	9
BASA	4	Máximo	24,52	250	100	9
	5	Promedio	23,90	250	100	9
	6	Mínimo	23,79	250	100	9
SOBRE BASA	7	Máximo	23,35	250	100	9
	8	Promedio	23,18	250	100	9
	9	Mínimo	21,73	250	100	9



Resultados de valores (máximo, promedio, mínimo)

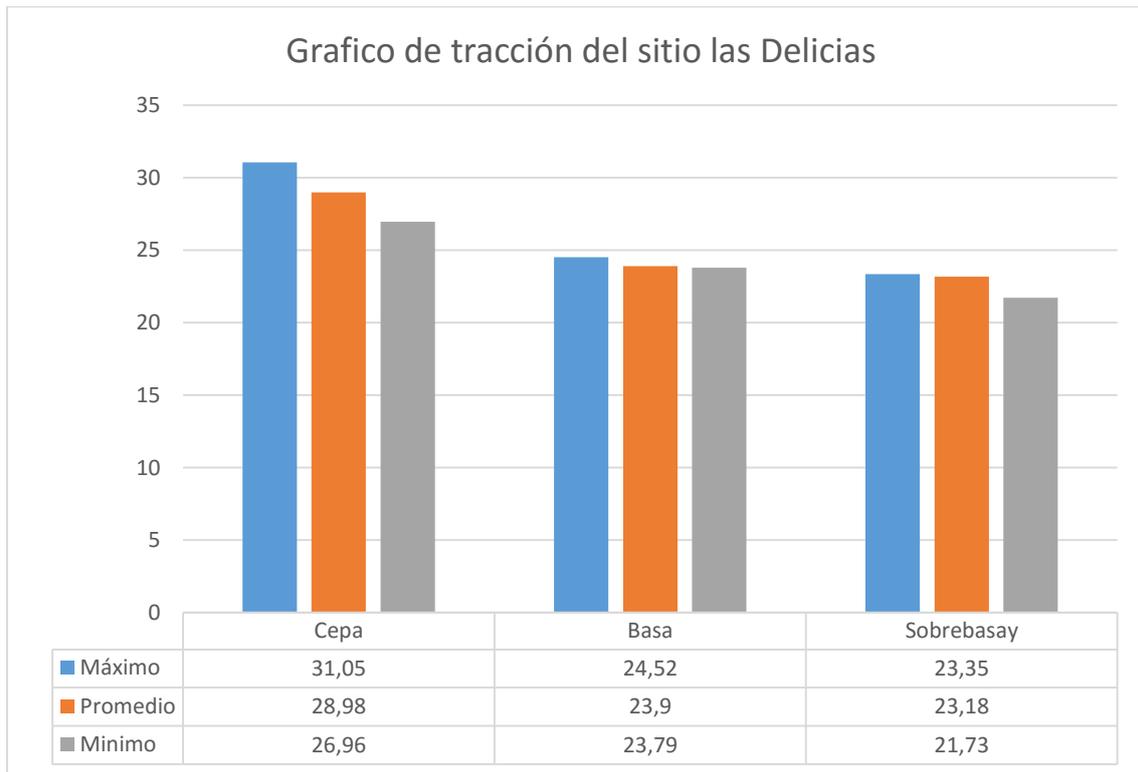
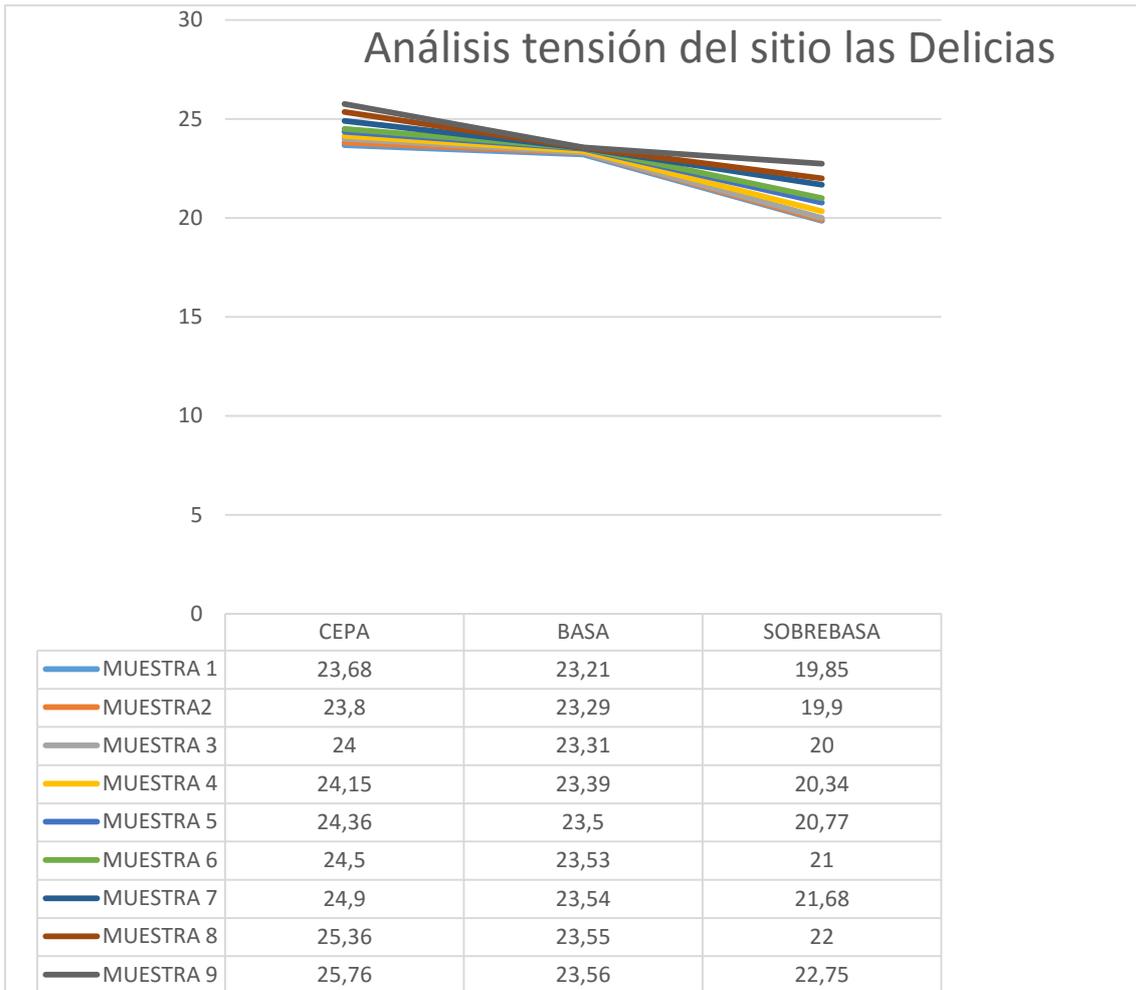
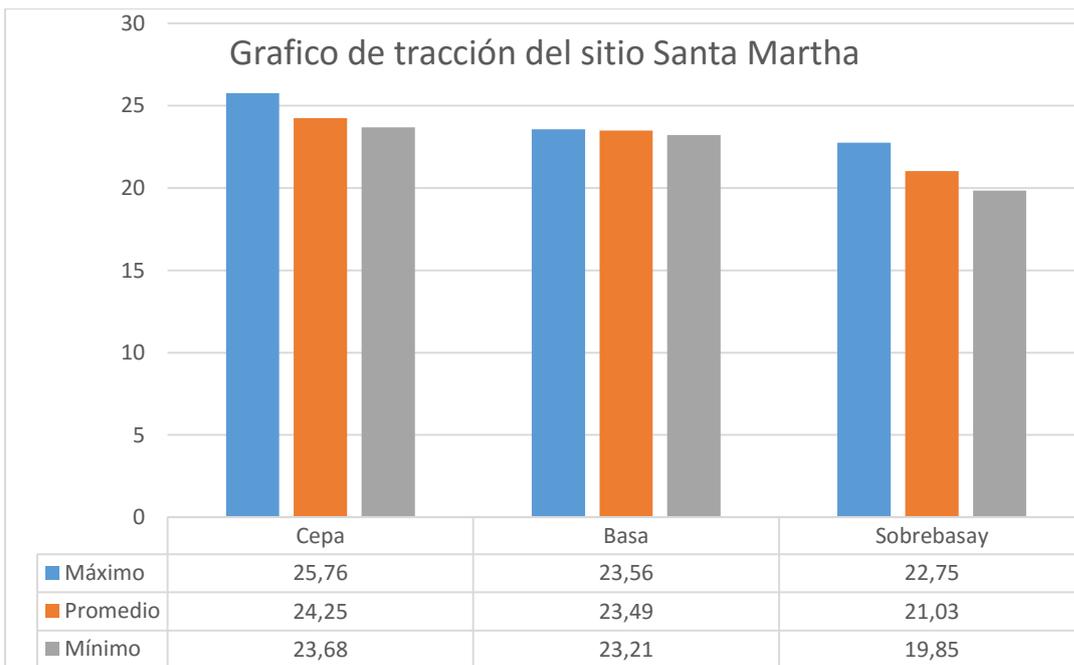


Tabla # 16 Resultado de los especímenes de tensión						
Caracterización de la caña guadua Angustifolia Kunth del Cantón Portoviejo de la parroquia Riochico sitio Santa Martha						
Ensayo de Tensión						
	Muestra	Referencia	MPA	Log (mm)	b (mm)	h (mm)
CEPA	1	Máximo	25,76	250	100	9
	2	Promedio	24,25	250	100	9
	3	Mínimo	23,68	250	100	9
BASA	4	Máximo	23,56	250	100	9
	5	Promedio	23,49	250	100	9
	6	Mínimo	23,21	250	100	9
SOBRE BASA	7	Máximo	22,75	250	100	9
	8	Promedio	21,03	250	100	9
	9	Mínimo	19,85	250	100	9



Resultados de valores (máximo, promedio, mínimo)



Capítulo 3

3.1 Diseño de máquina para esterillar, picar y limpiar caña guadua

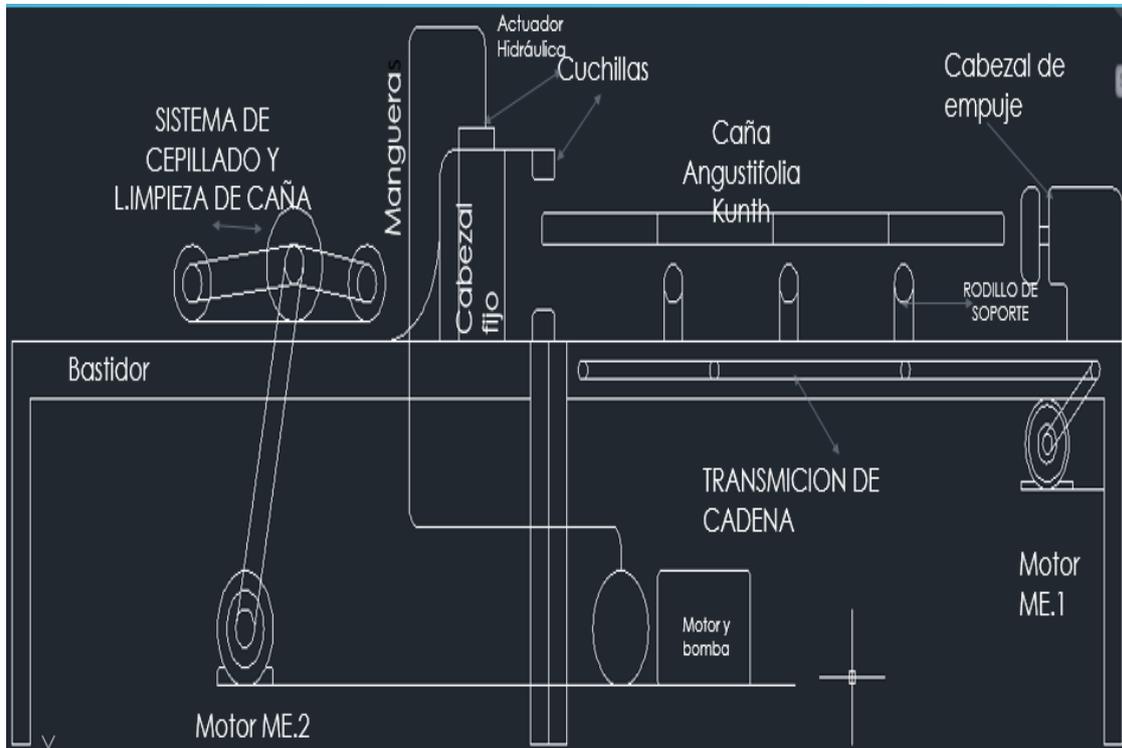


Fig. # 18 Máquina esterilladora de caña guadua

La máquina esterilladora de caña guadua *Angustifolia Kunth* está relacionada con la producción y procesamiento de la misma según los parámetros de trabajo como son: dureza superficial del material a trabajar ya que con ello se podrá seleccionar los aceros correspondientes para la construcción de las cuchillas que permitirán realizar el esterillado, picado y limpieza de la caña guadua, el diámetro de la caña a procesar es de (12-14) cm, longitud de 2.50 metros y espesores de (1.5-2.5) cm.

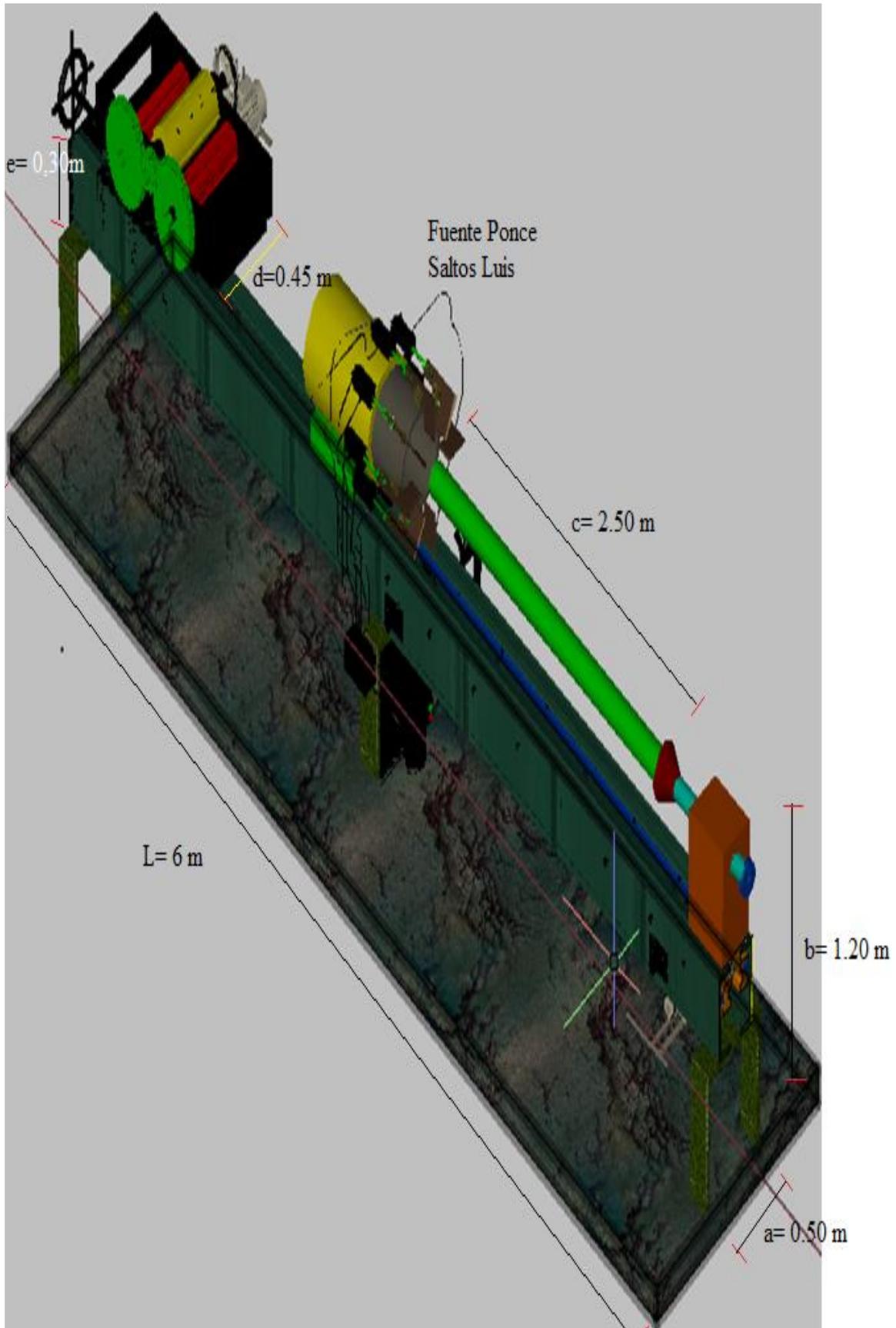


Figura # 19 Diseño de la maquina esterilladora

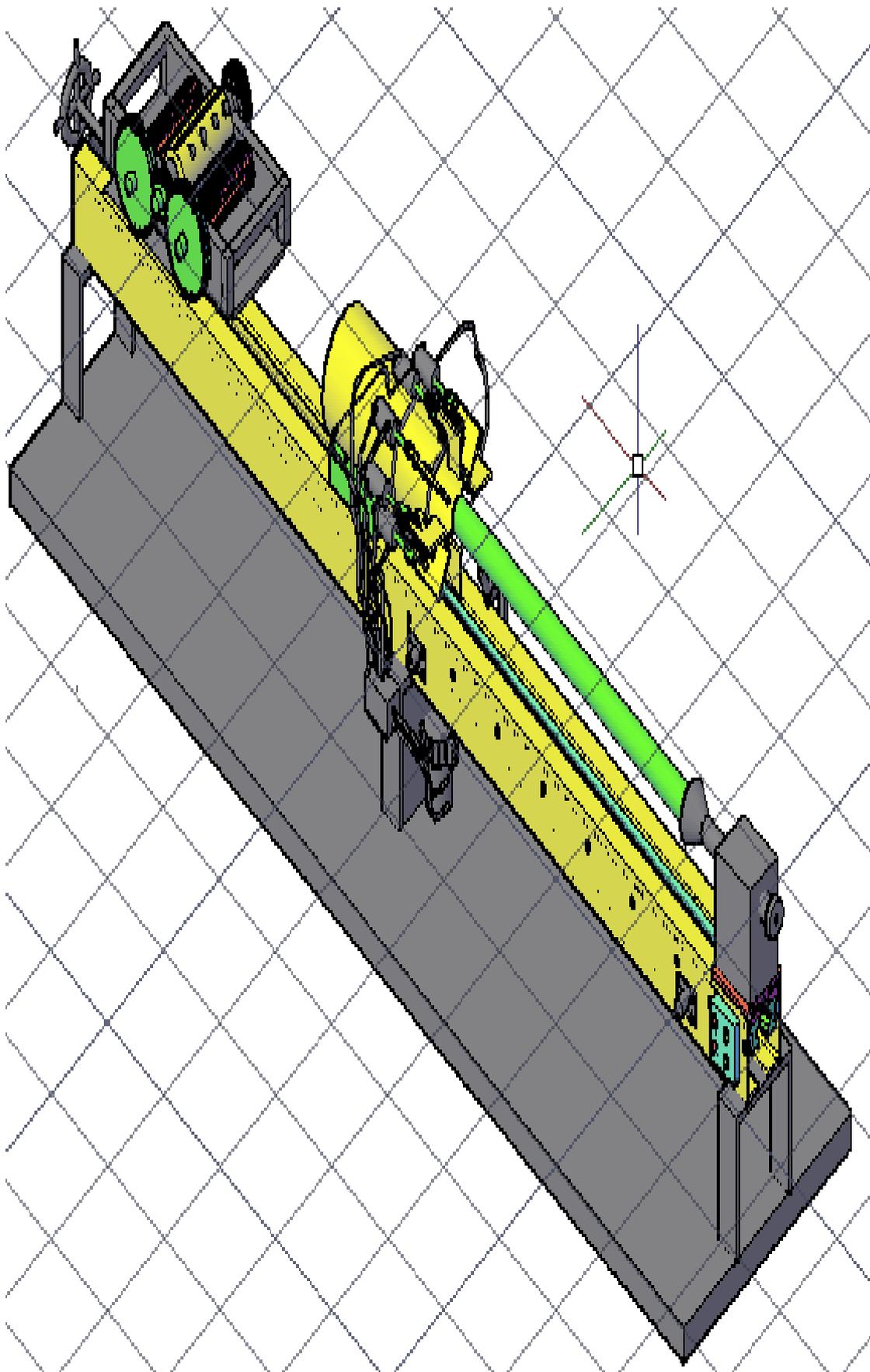


Figura # 20 Diseño de la maquina esterilladora

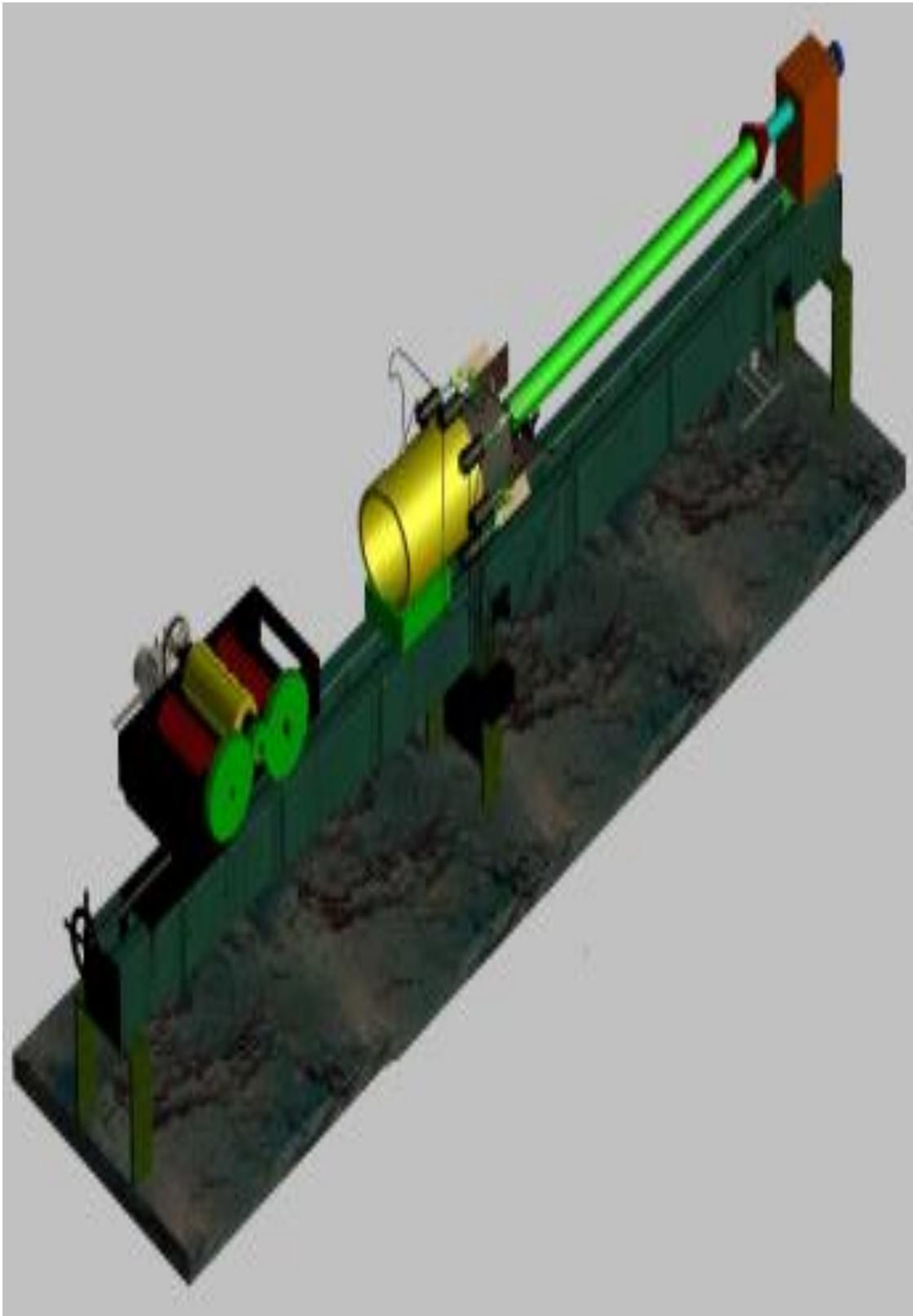


Figura # 21 Diseño de la maquina esterilladora vista lateral

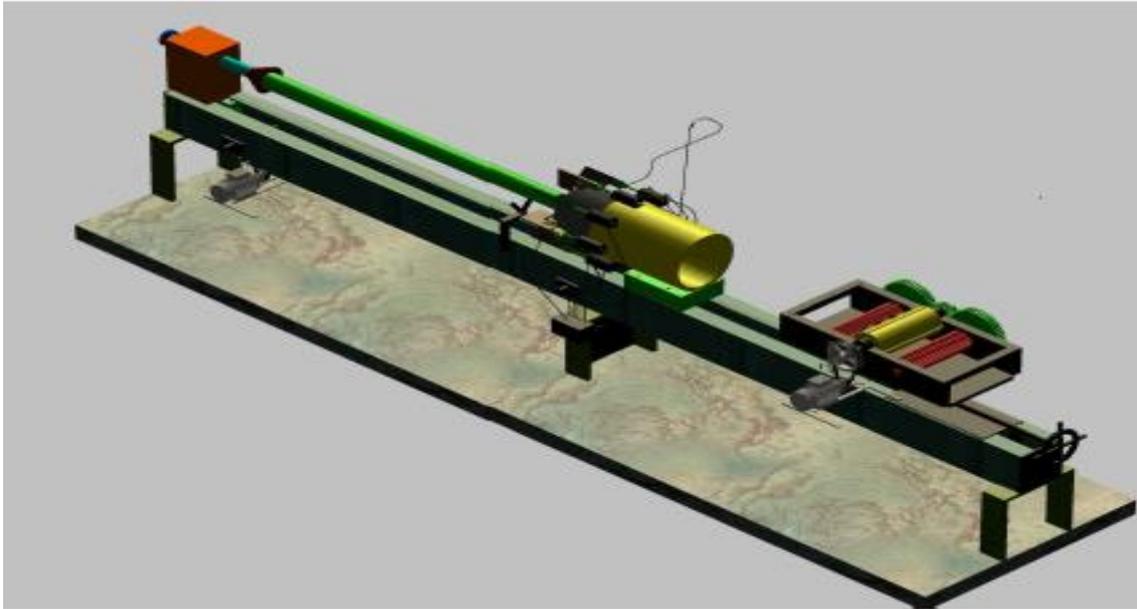


Figura # 22 Diseño de la maquina esterilladora vista posterior

3.2 Análisis de las funciones de la maquina

El esterillado de la caña guadua se efectúa con el fin de obtener de la caña en forma cilíndrica o rolliza una sola pieza plana para que se use directamente en paneles. Es por ello que la máquina va equipada con su respectivo cabezal en las cuales van articuladas generalmente 8 cuchillas de accionamiento oleohidráulico, luego se produce el picado que no es más que la operación de abrir la caña tubular y dejar plana

El cepillado de la caña se ejecuta con el propósito de adquirir superficies pulidas de cada una de las caras mediante la eliminación de residuo o astilla. En esta parte de la máquina generalmente se montan tres o cuatro cuchillas en el eje cepillador.

El ángulo de las cuchillas será de 30 grados según los expertos (eHow en español, s.f.)

3.3 Parámetros de diseño

El diseño de esta máquina en este proyecto está destinado a trabajar la caña guadua como materia prima y del el elemento como tal para realizar incomparables aplicaciones. En el planteo a ejecutar inicialmente se parte con la observación de velocidad de corte, el cual necesario para proyectar el diseño de cada uno de los

elementos mecánicos como la clasificación de los equipos e instrumentos de corte, porque de esta depende tener un buen esterillado

3.4 Esterillado

El esterillado de la caña guadua consiste en hacer múltiples cortes en los nudos de la misma, después se la abre y se le limpiara la parénquima con una palilla o en este caso por medio del cepillado, en el medio es muy utilizado para paredes, en construcciones rusticas-cerramientos, frisado, remplazando al bloque y ladrillo como también a la malla metálica

Lo que se busca es mejorar las condiciones de trabajo y producción, eficiencia y calidad al pasar de lo manual a lo industrial se lo puede apreciar en la siguiente figura

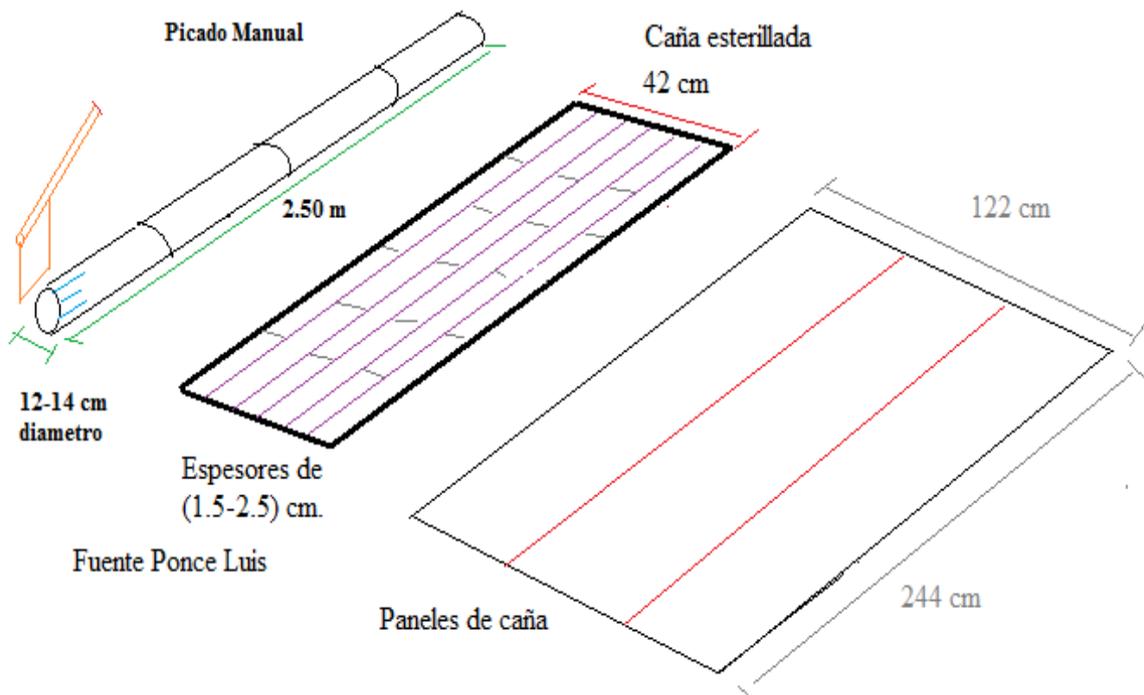


Fig. # 23 Proceso de picado o esterillado

A continuación se definirán las variables y limitaciones de entrada y salida con respecto al procesamiento que esta máquina realizara a la caña guadua *Angustifolia Kunth* (José Rodríguez Smith, 2015)

Tabla # 17 Entrada y salida de la caña guadua	Limitaciones
VARIABLES	
Largo	Hasta 2.50 m
Diámetro	12 -14 cm
Tipo	Angustifolia Kunth
Edad	3 -4 años
Sección	Basal e intermedia
Velocidad de avance	No menor a 0.15 m/seg
Altura de nudos	Menor de 1.5 cm

3.5 Componentes del sistema hidráulico

Fluido Hidráulico

El objetivo del fluido hidráulico es transmitir potencia, lubricar piezas móviles, minimizar fugas y disipar el calor en este proyecto se utilizara liquido de base acuosa (aceite mineral con algunos aditivos para mejorar sus propiedades) que van desde un 50% de aceite y una temperatura de (10 a 70) °C (Delnero, 2015)

Tabla # 18 Propiedades de algunos materiales

Propiedades	Aceite mineral	Soluciones agua- glicol	Emulsiones agua- aceite	Estereofosfatos	Hidrocarburos aromáticos colorados	Siliconas
Peso específico kp/dm ³	0,864	1,060	0,916-0,94	1,275	1,43	0,93-1,03
Inflamabilidad	Alta	Ininflamable	Baja	Baja	Baja	Ininflamable
Temperatura inflamabilidad en °C	220	Ninguna	Ninguna	260	215	100-150
Temperatura máxima de servicio en °C	105	65	65	150	150	315-370
Poder del lubricante	Muy bueno	Regular	Regular	Muy bueno	Bueno	De regular a bueno
Poder antioxidante	Muy bueno	Regular	De regular a bueno	De regular a bueno	De regular a bueno	Regular
Contenido de agua en %	0,02	30-40	Min. 10	0,03	0,02	_____
Viscosidad general	De baja a muy baja	De baja a media	Baja	De baja a alta	De baja a alta	De baja a alta
Material de juntas	Goma sintética	Goma sintética	Goma sintética	Butilo o silicona	Butilo o silicona	Vitón hasta 230 °C

Acumulador

Es donde se va almacenar el fluido hidráulico bajo presión y es el encargado de proporcionar el espacio suficiente para guardar el líquido más la reserva para este caso se utilizara un acumulador de resorte. (Delnero, 2015)

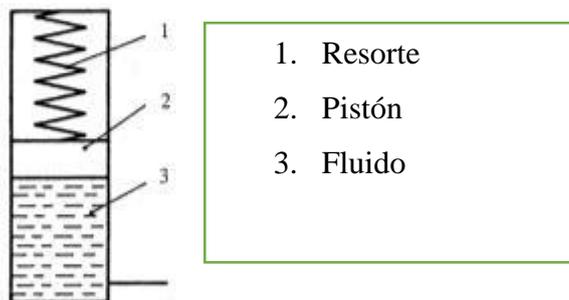


Figura # 20 Acumuladores

Filtros

Su función principal es la retención de las partículas y contaminantes insolubles en el líquido mediante el uso de un material poroso, con el fin de alargar la vida útil del equipo. Los filtros tienen un grado de filtración que van desde 1- 270 micras la selección del filtro se utilizara de acuerdo a la presión máxima del equipo, para este caso se utilizara un filtro de presión que va desde (3-50 micras-superficie, malla de bronce fosforoso, resinas especiales y malla de acero inoxidable) (Delnero, 2015)

Válvula de seguridad

Esta permite tener una acción directa, tales como permitir restringir la presión máxima de un sistema, o regular la presión en ciertas partes del circuito, como por ejemplo para poder regular diferentes presiones de trabajo. Su funcionamiento se basa en un equilibrio entre presión y la fuerza de un muelle (Delnero, 2015)

Manómetro

Estos se ubican a la salida de la bomba y nos ayudan a observar la presión de trabajo en los actuadores

Distribuidor (válvulas de vías)

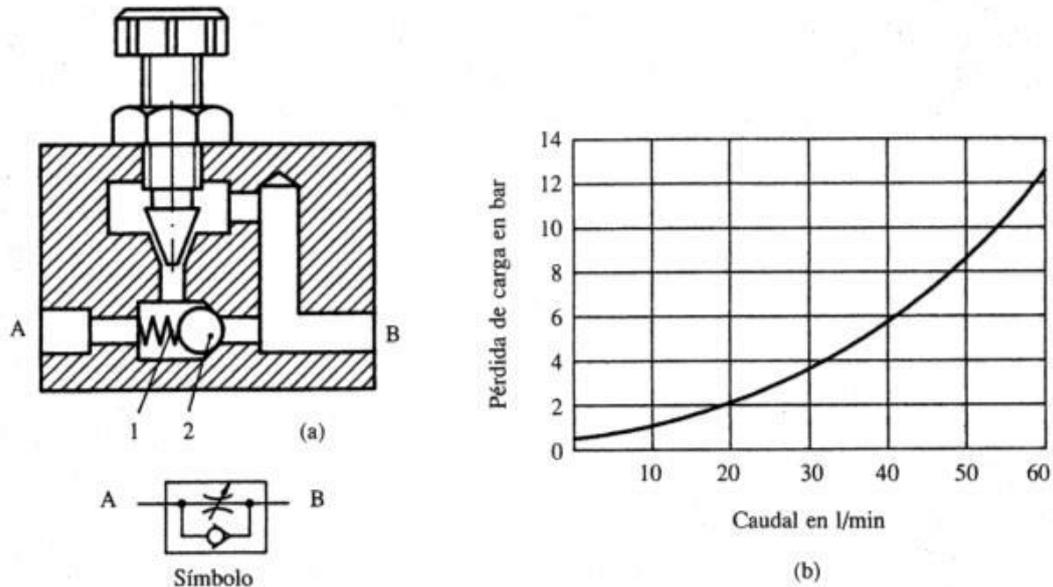
También conocidas como válvulas direccionales, son esenciales para la creación de circuitos hidrostáticos. Su misión consiste en el desvío o en la confluencia del caudal de aceite (Delnero, 2015)

Válvulas auxiliares

Estas válvulas son empleadas en unión de otras válvulas y componentes del sistema para proporcionar una mejor automatización (ENERPAC, 2015)

Reguladores de caudal

Estas se utilizan para regular la velocidad del actuador. Esta depende de la cantidad de aceite que se le envía por unidad de tiempo que es caudal.



Reguladora de flujo unidireccional.

Fig. # 24 válvula reguladora

Antirretornos

También llamada válvula de retención o válvula uniflujo o válvula check, el objetivo de ella es cerrar por completo el paso del fluido se la utiliza para mantener la presión en la tubería en servicio y poner en descarga la alimentación (wikipedia, 2015)

Bomba de desplazamiento positivo

Para este proyecto se utilizara una bomba de desplazamiento positivo de paletas la cual suministrara la misma cantidad de líquido en cada ciclo o revolución del elemento de bombeo, independientemente de la presión que se encuentre el líquido a la salida de la bomba (Delnero, 2015)

Cilindros

Estos dispositivos serán fijados sobre un cabezal unido a la estructura de la maquina donde deben transmitir los esfuerzos para hacer mover a las cuchillas y picar la caña guadua realizando la operación o proceso de esterillado

3.6 Calculo de la potencia necesaria

Para el proceso de las cañas guadua la longitud que se tiene que trabajar es de 2.50 mts de longitud y se desea hacer las esterillas en un tiempo menor de 20 segundos es por ello que la velocidad de corte es dada por la siguiente fórmula.

$$V_c = \frac{l}{t} = \frac{2.50m}{20seg} = 0,125m/seg$$

Calculo del desplazamiento volumétrico de la bomba simple de paletas se realiza mediante la siguiente ecuación datos tomados de las siguientes tablas (Parker, 2016)

$$V_i = \frac{1000 \cdot Q}{n} = \frac{1000(10)}{1750} = 5.71 \text{ ml/rev}$$

Vi=desplazamiento volumétrico

Q= caudal

Vasado en los datos tomados de la tabla 19 se tomó como referencia la serie T7B B02 donde el cubicaje teórico es de 5.8 ml/rev.

BOMBAS SIMPLES : NIVELES DE PRESION Y GIRO - CATALOGO GENERAL

Serie	Tamaño Aro	Cubicaje Teórico Vi ml/rev	Giro Mínimo RPM	Giro Máxim0		Presión Máxima					
				HF-0, HF-1 HF-2	HF-3, HF-4 HF-5	HF-0, HF-2		HF-1, HF-4, HF-5		HF-3	
				RPM	RPM	Int. bar	Cont. bar	Int. bar	Cont. bar	Int. bar	Cont. bar
T7B T7BS	B02	5,8	600	3600	1800	320 ¹⁾	290	240	210	175	140
	B03	9,8									
	B04	12,8									
	B05	15,9									
	B06	19,6									
	B07	22,5									
	B08	24,8		3000							
	B09	27,9									
	B10	31,5									
	B11	35,0									
	B12	40,5									
	B14	44,2									
	B15	49,4									

Tabla número 19 datos de la bomba simples de paletas (Parker, 2016)

Al elegir el desplazamiento volumétrico de la bomba dado los resultados se seleccionara una bomba tipo T7B B02 donde se lo toma de la tabla número 19 donde arroja un resultado de $V_i=5.8 \text{ cm}^3/\text{rev}$

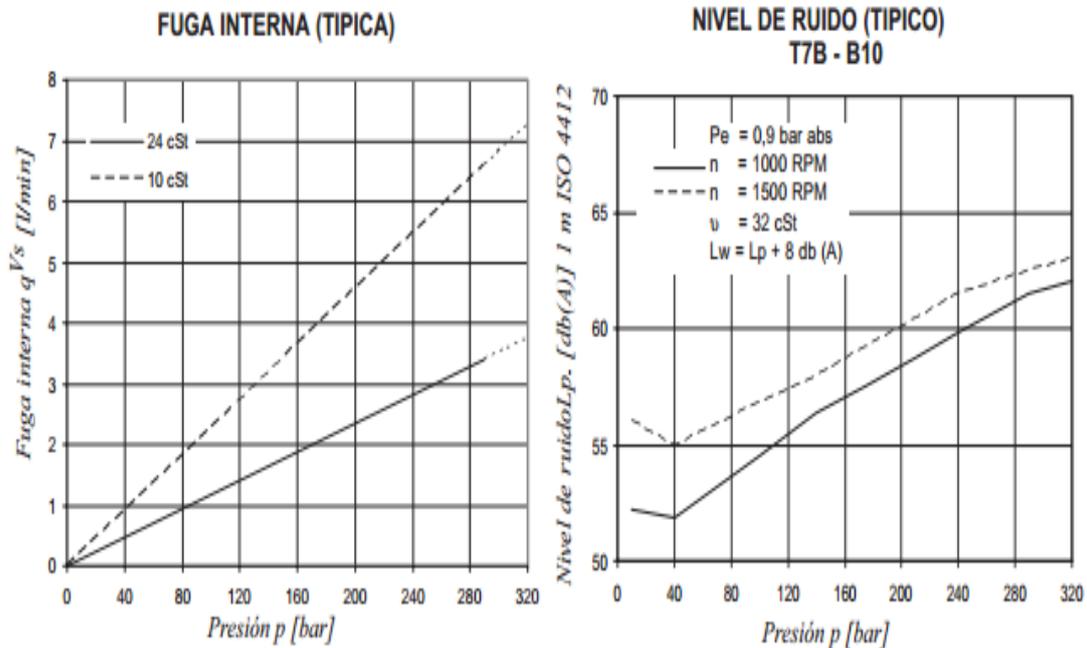
Caudal teórico de la bomba se obtiene lo obtiene de la siguiente formula

$$qVi = \frac{vp \cdot n}{1000} = \frac{5.8(1750)}{1000} = 10.15 \text{ l/min}$$

qVi= caudal teórico
vp= Vi
n= rpm

Lo siguiente es buscar las fugas qVs en función de la presión qVs=f (p) en la curva, para 10 – 24 cSt, para ello es necesario ver la tabla número 20 por lo que $qVs=3 \text{ l/min}$

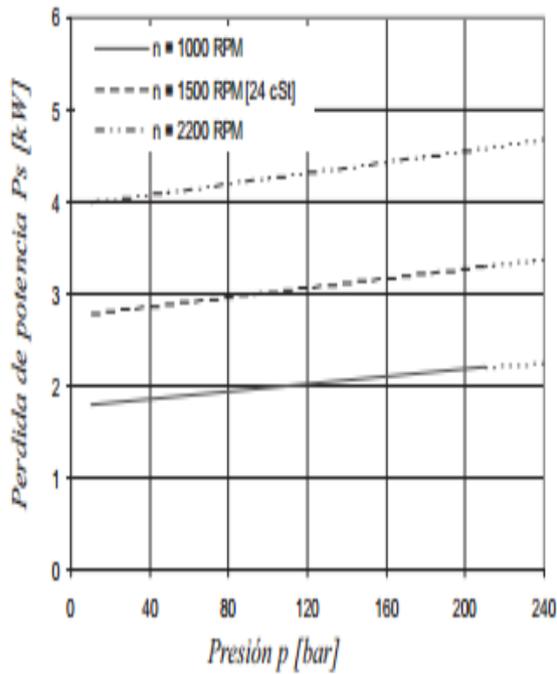
Lo siguiente es calcular el caudal disponible qVe el cual se lo obtiene de la siguiente expresión $qVe = qVi - qVs = 10.15 - 3 = 7.5 \text{ l/min}$



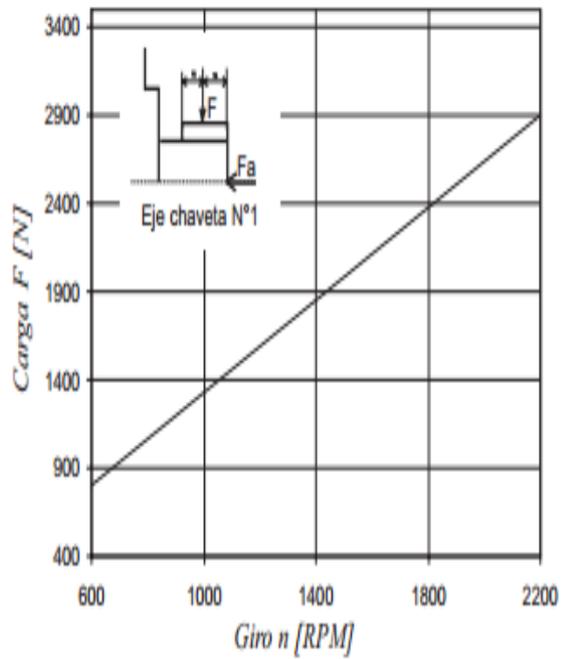
No hacer funcionar la bomba más de 5 seg. a cualquier giro o viscosidad, si la fuga interna es superior al 50% del caudal teórico.

Tabla # 20 fuga interna

PERDIDA DE POTENCIA HIDROMECANICA (TIPICA)



CARGA RADIAL PERMITIDA



Carga axial máxima permitida $F_a = 2000 \text{ N}$

Tabla número 21 pérdida de potencia hidromecánica y carga radial (Parker, 2016)

La potencia teórica se la deduce de la siguiente manera

$$P_i = \frac{qV_i \cdot P}{600} = \frac{10.15(250)}{600} = 4.22 \text{ Kw}$$

P=presión

Pi= potencia teórica

Perdida de potencia hidrodinámica (Ps) en la curva Ps (a 1750 rpm) a 250 bar = 0.9 KW

Datos tomados de la tabla número 21

Calculo de la potencia de entrada necesaria se la obtiene de la siguiente expresión

$$P = P_i + P_s = 4.22 + 0.9 = 5.12 \text{ KW} = \mathbf{6.86 \text{ HP}}$$

Tabla número 22 características de las bombas (Parker, 2016)

Serie T7B
(BRIDA ISO 30192 100A2HW)

	T7BS		T7B	
	00	01	M0	M1
Ø A	3/8 16 UNC x 19 prof.		M10 x 19 prof.	
Ø B	1/2 13 UNC x 22,4 prof.		M12 x 22,4 prof.	
C	26,20	22,25	26,20	22,25
D	52,4	47,65	52,4	47,65
Ø E	25,4	19,1	25,4	19,1
F	146		140	
G	73		70	
Ø H	14,3		14,0	

Límites de par del eje [ml/rev. x bar]	
Eje	Vi x p max.
1	16500
2	20600
3	20600
4	20600

CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO - TÍPICAS [24 cSt]

Bocas de presión	Serie	Desplazamiento volumétrico Vi	Caudal qVe [l/min] & n = 1500 RPM			Potencia absorbida P [kW] & n = 1500 RPM		
			p = 0 bar	p = 140 bar	p = 320 bar	p = 7 bar	p = 140 bar	p = 320 bar
T7B T7BS	B02	5,8 ml/rev	8,7	7,0	4,8	0,5	2,7	5,7
	B03	9,8 ml/rev	14,7	13,0	10,8	0,6	4,1	8,9
	B04	12,8 ml/rev	19,2	17,5	15,3	0,6	5,2	11,3
	B05	15,9 ml/rev	23,9	22,1	20,0	0,7	6,3	13,8
	B06	19,6 ml/rev	29,4	27,7	25,5	0,7	7,6	16,8
	B07	22,5 ml/rev	33,8	32,0	29,9	0,8	8,6	19,1
	B08	24,8 ml/rev	37,2	35,5	33,3	0,8	9,4	20,9
	B09	27,9 ml/rev	41,9	40,1	38,0	0,9	10,5	23,4
	B10	31,5 ml/rev	47,3	45,5	43,4	1,0	11,7	26,3
	B11	35,0 ml/rev	52,5	50,8	48,8 ¹⁾	1,0	12,9	27,3 ¹⁾
	B12	40,5 ml/rev	60,8	59,0	57,1 ¹⁾	1,1	14,9	31,4 ¹⁾
	B14	44,2 ml/rev	66,3	64,6	62,6 ¹⁾	1,2	16,2	34,2 ¹⁾
B15	49,4 ml/rev	74,1	72,4	70,7 ²⁾	1,3	18,0	35,6 ²⁾	

¹⁾ B11 - B12 - B14 = 300 bar max. int. ²⁾ B15 = 280 bar max. int.

3.7 Fuerza de los cilindros

Es preciso deducir la fuerza de los cilindros para ello es ineludible aplicar las siguientes formulas en cilindros (Delnero, 2015)

Cilindro de simple efecto:
$$F = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot P \cdot \eta - Fr$$

Para cilindro de doble efecto:

Para el avance:
$$F = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot P \cdot \eta$$

Cilindro hidráulico: 7MPa **Serie CHN**

Características técnicas

Funcionamiento	Doble efecto con vástago simple
Fluido	Aceite hidráulico
Presión nominal	7MPa
Presión de prueba	10.5MPa
Presión máxima admisible	9MPa
Presión mín. de trabajo	0.3MPa
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10° hasta 80 °C
	Con detector magnético -10° hasta 60 °C
Velocidad del émbolo	8 a 300mm/s
Amortiguación	Amortiguación interna regulable
Rosca extremo vástago	Rosca macho
Tolerancia de rosca	Clase 2 JIS
Tolerancia de longitud de carrera	hasta 250mm $\begin{matrix} +1,0 \\ 0 \\ -1,4 \end{matrix}$ 251 a 800mm $\begin{matrix} +1,0 \\ 0 \\ -1,4 \end{matrix}$
Modelos de montaje	Modelo básico, modelo escuadra brida trasera, brida delantera fijación oscilante macho

Tabla # 24 características técnicas del cilindro

Esfuerzo teórico

Diámetro (mm)	Tamaño vástago (mm)	Sentido del movimiento	Área efectiva (mm ²)	Presión de trabajo (MPa)				Unidad (N)
				1	3	5	7	
20	10	SALIDA	314	314	942	1570	2198	□
		ENTRADA	235	235	705	1175	1645	
25	12	SALIDA	490	490	1470	2450	3430	
		ENTRADA	377	377	1131	1885	2639	
32	16	SALIDA	804	804	2412	4020	5628	
		ENTRADA	603	603	1809	3015	4221	
40	18	SALIDA	1256	1256	3768	6280	8792	
		ENTRADA	1002	1002	3006	5010	7014	

Esfuerzo teórico (N) = Presión (MPa) x Área efectiva (mm²)

Tabla # 25 esfuerzo teórico

3.8 Velocidad de movimiento de los vástagos de los cilindros

La velocidad de los movimientos de los vástagos de los cilindros será de 8 a 300mm/seg de acuerdo con la tabla 24.

3.9 Caudal necesario para hacer una carrera (Qn)

El caudal necesario para hacer una carrera se lo obtiene mediante la siguiente formula (SISTEMA HIDRÁULICOS, 2015)

$$Qn = \frac{S \cdot V}{10} \text{ en l/min}$$

$$Qn = \frac{V}{t} \text{ en l/min}$$

En los cálculos se toma 2 GPM con lo que se tiene que

$$Qn = \frac{2 \text{ galones}}{\text{min}} \times \frac{3.785 \text{ lt}}{1 \text{ galon}} = 7,57 \text{ lt/min}$$

3.10 Cálculo real para hacer una carrera (Qr)

$$Qr = \frac{Qn}{\eta} \text{ en l/min}$$

Cabe notar que el rendimiento volumétrico (tiene en cuenta fugas) para el cálculo: $\eta = 0,95$ (SISTEMA HIDRÁULICOS, 2015)

Entonces como tenemos el caudal necesario ahora remplazamos el valor

$$Qr = \frac{7,57}{0,95} = 7,97 \text{ l/min}$$

3.11 Selección de material para las cuchillas para el esterillado y cepillado

El material para las cuchillas de esterillado y cepillado es acero al carbono para maquinaria conocido como el acero AISI 1045, de acuerdo a sus propiedades mecánicas su resistencia a la tracción es de (60-62) kg/mm², su límite elástico es de (35-52) kg/mm², con una Dureza Brinell de (120-160) en laminado caliente, es un material que puede ser fácilmente soldado según lo requiera, valores tomados de Steel tabla de acero para hachas que se mostraran en la tabla número 26 y 27, para el proyecto se seleccionará el acero DF2 que es un acero para trabajo en frío, es un acero al manganeso-cromo-tungsteno, templable en aceite para uso general. Apto para una gran variedad de aplicaciones, buena maquinabilidad y buena combinación de dureza y tenacidad tras el temple y revenido, teniendo una dureza de 190 HB aproximadamente ver tabla número 28 (IVAN BOHMAN C.A, 2010)

Grupo	COLORES DE IDENTIFICACION	PERFILES USUALES	EQUIVALENCIAS APROX. EN OTRAS MERCANCIAS	ANALISIS QUIMICO	Propiedades Mecánicas					Temperaturas de			Características de Empleo y Aplicaciones	
					Estado de suministro de material	Resistencia a la tracción Kg/mm ²	Límite elástico Kg/mm ²	Alargamiento %	Reducción de Área %	Dureza Brinell	Tratamiento	Temperatura		Enfriamiento
ACEROS AL CARBONO PARA MAQUINARIA			SAE/AISI DIN UNI AFNOR B.S.	C Mn P max S max Si	0.18-0.23 0.30-0.60 0.040 0.050 0.15-0.30	Laminado en Caliente	40	31	25	45	140/180	Forja	1000/1200 °C	Arena seca o aire
													Normalizados	880/920 °C
ACEROS AL CARBONO PARA MAQUINARIA			DIN ATLAS BOEHLER B.S. AFNOR SAE/AISI	C Mn P max S max Si	0.43/0.50 0.60/0.90 0.040 0.05 0.20/0.40	Lamina en Caliente	60	35	18	40	240	Forja Normalizado	1.100-850 °C	Arena Secca o Ceniza
													Recocido Subcritico	670-710 °C
ACEROS AL CARBONO PARA MAQUINARIA			SAE/AISI AFNOR UNI DIN	Cmax Mn P max S max Si max Pb	0.16 0.05-1.35 0.04-0.09 0.26-0.35 0.10 0.15-0.35	Laminado en Caliente	40	26	22	45	120/160	Normalizado	900/930 °C	Aire
													Recocido	650/710 °C
RESULFURADO			DIN SAE/AISI ROCHLING AFNOR B.S.	C Mn P max S max Si Ni Mo	0.18-0.23 0.70-0.90 0.035 0.040 0.15-0.35 0.40-0.80 0.0040-0.70 0.15-0.25	Laminado en Caliente	65	35	20	40	200/220	Forja Normalizado	900/1200	Arena Secca/Aire
													Recocido	870/930
RESULFURADO			DIN SAE/AISI ROCHLING AFNOR B.S.	C Mn P max S max Si Ni Mo	0.18-0.23 0.70-0.90 0.035 0.040 0.15-0.35 0.40-0.80 0.0040-0.70 0.15-0.25	Laminado en Caliente	55	30	28	50	160/180	Templ. Capa Cementada	840/870	Acetate
													Revenido	150/200
ALFADOS PARA MAQUINARIA			DIN ASSAB AFNOR B.S. UNI CENIM SAE/AISI	C Mn P max S max Si Cr Mo	0.38/0.43 0.75/1.00 0.035 0.040 0.20/0.35 0.80/1.10 0.15/0.25	Recocido	60 - 70	40	22	50	200	Forjas Normalizado	1.100-850 °C	Combust. Buena arena
													Recocido de Ablandamiento	650-670 °C
ALFADOS PARA MAQUINARIA			DIN ASSAB AFNOR B.S. UNI CENIM SAE/AISI	C Mn P max S max Si Cr Ni Mo	0.38/0.43 0.75/1.00 0.035 0.040 0.20/0.35 0.80/1.10 0.15/0.25	Calibrado	70 - 80	60	14	40	240	Recocido de Ablandamiento	680-720 °C	Horno
													Recocido Globular	750 °C
ALFADOS PARA MAQUINARIA			DIN ASSAB AFNOR B.S. UNI CENIM SAE/AISI	C Mn P max S max Si Cr Ni Mo	0.38/0.43 0.75/1.00 0.035 0.040 0.20/0.35 0.80/1.10 0.15/0.25	Recocido	85 - 100	75	14	45	302	Temple Revenido	830-850 °C	Acetate
													Revenido	500-650 °C
ALFADOS PARA MAQUINARIA			DIN ASSAB AFNOR B.S. UNI CENIM SAE/AISI	C Mn P max S max Si Cr Ni Mo	0.38/0.43 0.75/1.00 0.035 0.040 0.20/0.35 0.80/1.10 0.15/0.25	Recocido	65 - 75	45	20	50	210	Forjas Normalizado	1.100-950 °C	Cenizas o Cal
													Recocido de Ablandamiento	830 °C 850 °C
ALFADOS PARA MAQUINARIA			DIN ASSAB AFNOR B.S. UNI CENIM SAE/AISI	C Mn P max S max Si Cr Ni Mo	0.38/0.43 0.75/1.00 0.035 0.040 0.20/0.35 0.80/1.10 0.15/0.25	Calibrado	75 - 85	65	10	30	240	Recocido de Ablandamiento	680-720 °C	Horno
													Recocido Globular	700 °C
ALFADOS PARA MAQUINARIA			DIN ASSAB AFNOR B.S. UNI CENIM SAE/AISI	C Mn P max S max Si Cr Ni Mo	0.38/0.43 0.75/1.00 0.035 0.040 0.20/0.35 0.80/1.10 0.15/0.25	Recocido	90 - 110	80	19	45	302	Temple Revenido	820-860 °C	Acetate
													Revenido	540-660 °C

Tabla # 26 Selección del acero para las cuchillas de esterillado y cepillado

ANÁLISIS TÍPICO %

C	Si	Mn	Cr	P	S
760	0.50	0.30	0.60	—	0.04
AISI 1045	0.43 - 0.50	—	0.60 - 0.90	0.040	0.050

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Resistencia a la Tracción	65 Kg/mm ²
Esfuerzo de cedencia	32 Kg/mm ²
Elongación, A5	min 10%
Reducción de área	40%
Dureza	220-235

EQUIVALENCIAS:

AISI	1045
SAE	C1045
W. Nr	1.1820
DIN	CK45

APLICACIONES:

Componentes sencillos, como por ej:

- Pernos
- Chavetas
- Piezas de mediana resistencia para aplicación automotriz
- Ejes

TRATAMIENTO TÉRMICO:

Forjado	800 - 1050 °C
Normalizado	830 - 850 °C
Temple (agua)	770 - 810 °C
Temple (aceite)	790 - 830 °C
Revenido (herramientas de corte)	100 - 300 °C
Revenido de bonificación	550 - 650 °C

MEDIDAS EN STOCK:

REDONDO

Díámetro (mm)	Peso (kg/m)
25	3,9
32	6,3
38	8,9
40	9,9
45	12,5
50	15,4
60	22,2
70	30,2
80	39,5
90	49,9
100	61,7
105	68,0
115	81,5
120	88,8
125	96,3
130	104,2
140	120,8
150	138,7
165	167,9
170	178,2
180	199,8
200	246,6
230	326,1
250	385,3
300	554,9
310	592,5
320	631,3
350	755,3

PLATINAS

Platinas (mm)	Peso (kg/m)
10 x 60	4,7
10 x 150	11,8
12 x 40	3,8
12 x 60	5,7
12 x 120	11,3
15 x 100	11,8
15 x 150	17,7
20 x 100	15,7
20 x 120	18,8
20 x 130	20,4
20 x 150	23,6
20 x 200	31,4
20 x 300	47,1
20 x 50	7,9
20 x 80	12,6
20 x 90	14,1
25 x 50	9,8
25 x 80	15,7
25 x 250	49,1
30 x 50	11,8
30 x 90	21,2
30 x 300	70,7
40 x 100	31,4
60 x 100	47,1

CUADRADO

Cuadrado (mm)	Peso (kg/m)
6 x 6	0,3
8 x 8	0,5
10 x 10	0,8
12 x 12	1,1
16 x 16	2,0
20 x 20	3,1
25 x 25	4,9
30 x 30	7,1
32 x 32	8,0
35 x 35	9,6
40 x 40	12,6
45 x 45	15,9
50 x 50	19,6
60 x 60	28,3
70 x 70	38,5
80 x 80	50,2
90 x 90	63,6
130 x 130	132,7

Tabla # 27 Selección del acero para las cuchillas de esterillado y cepillado (IVAN BOHMAN C.A, 2010)

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	Cr	W	V
ASSAB DF2	0.90	--	1.20	0.50	0.50	0.10
AISI/SAE 01	0.85-0.95	0.20-0.40	1.00-1.30	0.40-0.60	0.40-0.60	0.20

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	01
DIN	100MnCrW4
W.Nr	1.2510
UNE	F-5220
UDDEHOLM	ARNE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS A 62 HRC

Temperatura °C	20	200	400
Densidad kg/m ³	7800	7750	7700
Módulo de elasticidad N/mm ²	190000	185000	170000
Coefficiente de dilatación térmica por °C a partir de 20 °C	—	11.7x10 ⁻⁶	11.4x10 ⁻⁶

APLICACIONES:

HERRAMIENTAS PARA:	ESPESOR DE MATERIAL	HRC
Corte:	hasta 3 mm	60-62
Cizallado, punzonado, troquelado, desbastado, tronzado	3-6 mm	54-60
	6-10 mm	54-56
Cizallas para trabajar en frío.		54-60
Herramientas de tronzado y desbarbado para piezas de forja	caliente	58-60
	frío	56-58
Conformado		
Doblar, acuñar, embutición profunda, repujado y conformado por estirado.		56-62
Troqueles pequeños de acuñar en frío, expulsores, brocas y machos de roscar de tamaño pequeño y mediano.		56-60



Tabla # 28 Acero DF2

3.12 Cálculo de la potencia del motor para el carro transportador de cañas

Como se mencionó anteriormente las cañas que se van a procesar tenían 2.50 cm de longitud por lo tanto la velocidad del ciclo completo es de 0,125m/seg que es igual 7,5 m/min y como la caña tiene una fuerza de 40000 N entonces se procede a calcular incrementando un coeficiente de seguridad de 1,2 con lo que conlleva un mejor rendimiento

$$P_m = \frac{F \cdot Va}{33000} = 4,54 \text{ kw} \times 1.2 = 5,44 \text{ kw} = 7,29 \text{ HP}$$

Entonces la potencia seleccionada para el motor es de 7,5 HP

Para el cálculo del eje de transmisión de la salida del motor hacia la catalina para el carro transportador de cañas se utilizara un eje mediante el siguiente cálculo según la

$$\text{expresión dada } D = \sqrt[3]{\frac{40 \cdot P}{N}} = \frac{40 (7.5 \text{ HP})}{127,24} = 1.33 \text{ in} = 33,7\text{mm}$$

3.13 Cepillado

Es la operación en la que consiste arrancar el material haciéndola pasar por los cepillos con el fin de tener superficies planas

La capacidad del cepillado es determinada por el tamaño promedio de las esterillas de la caña guadua, ancho y espesor en este caso se utilizara un soporte para el cepillado de 430mm de ancho 90mm de altura y un espesor máximo y mínimo de (25-8)mm .

Las cuchillas de cepillado tendrán un ángulo de 35 grados según (Estudio tecnologico de 104 maderas de los altos llanos occidentales, s.f.)



Fig. # 25 Sistema de cepillado

3.14 Sistema de alimentación

En el transcurso de cepillado se requiere un avance perenne por el cual se beneficiara del movimiento y una minuciosa cantidad de potencia en el árbol cepillador, manejando un sistema de transmisión que está al lado de los rodillos de avance, los cuales que están situados en la parte superior del riel UPN, junto al eje cepillador

3.15 Velocidad de corte

El proceso de corte rotacional en la cual la caña es removida en forma de viruta individual, esta viruta es formada por la acción intermitente de las cuchillas.

Existe un aspecto muy importante que se encuentra relacionado con la dirección de la fibra al momento de realizar el corte. Esto implica como se relaciona con dirección de rotación del cabezal portacuchillas con la dirección de alimentación (L., cybertesis.uach.cl, 2015)

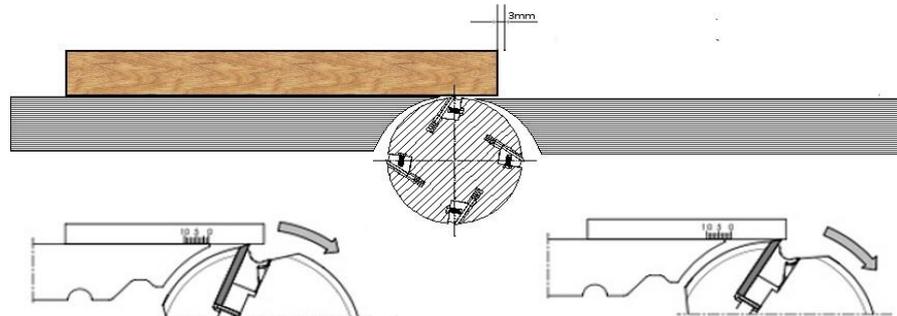


Fig. # 26 Un eje cepillador

La velocidad de corte o velocidad lineal relativa entre la pieza y herramienta para máquinas con movimientos alternativos está dado por:

$$V_c = \pi \cdot D \cdot N$$

Donde N es RPM. Del cabezal (min^{-1})

D Es diámetro del cabezal (mm)

V_c Velocidad de corte (m/seg)

Se va a tomar un diámetro de 100 mm con un número de revoluciones de 3000 rpm

$$V_C = \pi \cdot D \cdot N = V_C = \pi \times \frac{0,10m}{rev} \times 3000 \frac{rev}{min} \times \frac{min}{60seg} = 15,70m/seg$$

3.16 Velocidad de avance

Esta velocidad depende directamente de la magnitud del avance del elemento de corte, o marcas que deja la herramienta de corte por cada pulgada, (V_a), también dependerá del número de elementos de corte (Z) y del número de revoluciones (N). La fórmula de velocidad de avance es la siguiente (L., cybertesis, 2015)

Donde V_a es la velocidad de avance (m/min)

f_z Avance del cuchillo (min)

Z Numero de cuchillos

N RPM del eje rotativo (min^{-1})

$$V_a = f_z \cdot Z \cdot N$$

Las velocidades de avance son sutilmente menores que las disponibles en las cepilladoras comerciales. Normalmente no superan 10 m/min por lo que los cálculos utilizaremos una velocidad de 8 m/min

3.17 Numero de cuchillas del árbol porta cuchillas de cepillado

Para realizar el cepillado se recomienda de 2-4 y 6 cuchillas pero para este caso de estudio se tomaran el de cuatro cuchillas

Tabla # 29 Número de cuchillas con acabado superficial	
Número de cuchillas	Acabado superficial
2	Medio
4	Alto
6	Muy alto

3.18 Profundidad de corte

Para madera como el roble este tipo de procedimientos se sugiere profundidades desde (0.5mm-2.5 mm)

Una profundidad de corte baja, obligaría a efectuar diversas pasadas, entonces como el parénquima de la caña tiene menor dureza que el roble se escoge una capacidad más elevada por lo que se selecciona una profundidad de 3mm (Franco T. C., 2015)

3.19 Diámetro del árbol porta cuchillas

Es preciso establecer un diámetro para el árbol, ya que con este se consigue encontrar el momento torsor

Igualmente las consideraciones de energía en la fuerza de corte requieren un diámetro conocido para fijar la potencia se recomienda que el árbol tenga un diámetro entre 80-120mm. En el diseño a efectuar se designara un diámetro de 100 mm (Franco T. C., 2015)

3.20 Numero de revoluciones del árbol porta cuchillas

En la actualidad las cepilladoras han llegado a variar las revoluciones según su modelo, en la siguiente tabla se detallaran las características (Cortés, 2015)

Tabla # 30 Características técnicas de la cepilladoras	
Ancho máximo útil	De 320 a 510 mm(según el modelo)
Longitud total de las mesas	De 1.550 a 3.000 mm(según el modelo)
Potencia del motor (HP)	De 4 a 7,5 caballos de potencia (según el modelo)
Máxima profundidad de corte	De 5 a 8 mm (según el modelo)
Diámetro del eje portacuchillas	De 80 a 120 mm(según el modelo)
Número de cuchillas	De 2 a 4 (según el modelo)
Velocidad de giro del eje portacuchillas	De 4.500 a 6.000 rpm (según el modelo)

3.21 Esfuerzo de corte

El esfuerzo de corte (E_c), depende de la potencia de corte en la cual se considera la siguiente ecuación (Muñoz, 2015)

$$E_c = F_{ec} \cdot E_v \cdot b$$

E_v espesor de la viruta

b base de planeado

F_{ec} fuerza específica

Para los cálculos recomendados en la madera como el roble y otros similares se dan valores de fuerza específica de corte es $F_{ec} = (2 - 2.5) \text{ kg/mm}^2$. Es necesario saber que como el esfuerzo de corte depende del espesor de la viruta y del ancho planeado a cepillar se tiene que para utilizar la siguiente expresión ($E_c = F_{ec} \cdot E_v \cdot b$), el espesor de la viruta para la caña es de $210 \times 10^{-3} \text{ mm}$ y se tiene una base de planeado de 400 mm

$$E_c = 2.5 \text{ kg/mm}^2 (210 \times 10^{-3} \text{ mm}) (400 \text{ mm}) = 225.75 \text{ kg}$$

$$E_c = 225.75 \text{ kg} \times \frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = \mathbf{2214.60 \text{ N}}$$

Es necesario saber la fuerza máxima y para ello se tomara en relación al esfuerzo de corte

$$F_{max} = 2 E_c = 2 (2214.60) \text{ N} = \mathbf{4429.2 \text{ N}}$$

3.22 Potencia absorbida en el corte

Como la profundidad de pasada es de 3 mm para lograr un buen cepillado de las cañas y un ancho de superficie de 420 mm , lo siguiente es calcular la potencia absorbida por el corte (P_{ac}), o potencia útil, puede calcularse considerando la fuerza específica de corte (F_{ec}), la velocidad de avance (V_a) y la sección de la viruta (A).

$$A = a \cdot b \quad A = 3 \text{ mm} \cdot 420 \text{ mm} = \mathbf{1260 \text{ mm}^2}$$

Los consiguientes valores de acceso que se tienen para calcular la potencia son:

$$V_a = 8 \text{ m/min}$$

$$A = 1260 \text{ mm}^2$$

$$Fec = 2.5 \text{ kg/mm}^2$$

Lo siguiente es determinar la potencia útil

$$P_{util} = \frac{Fec.Va.A}{60 \times 102} = \mathbf{3.70 \text{ Kw}}$$

3.23 Potencia del motor

Para encontrar la potencia del motor (P_m) se calcula partiendo del rendimiento

$$\eta = \frac{P_c}{P_m}$$

Como el rendimiento se puede aceptar que tiene un valor de $\eta = 0,75 - 0,8$

Para la aplicación se le designará el de $\eta = 0,8$

La potencia del motor (P_m) ya la tenemos y se la calcula partiendo de la formula anterior donde se despeja quedando de la siguiente forma $P_m = \frac{P_c}{\eta} = \frac{3,70KW}{0,8} = \mathbf{4.62 \text{ Kw}}$

3.24 El avance

La fuerza necesaria que tendrán que resistir los rodillos de avance es de 1 a 8 kg por cada 100 mm de anchura al cepillar.

Es por ello que deberá soportar una fuerza de:

$$F = 21,10kg \times \frac{9,81N}{1 \text{ kg}} = 206,9 \text{ N} \approx \mathbf{207N}$$

Como ya está dada la velocidad de avance (V_a), que es de 8 m/min, entonces se proviene hacer el cálculo de la potencia necesaria para realizar el avance

$$P_a = \frac{F.V_a}{33000} = \frac{207(8)}{33000} = \mathbf{0,050Kw}$$

La potencia de avance se calcula partiendo del rendimiento

$$\eta = \frac{P_{a'}}{P_a}$$

Lo siguiente es despejar la potencia de la formula anterior de la cual se obtiene que $P_{a'} = \eta \cdot P$ como la potencia de avance tiene dos rodillos es dos veces la potencia motriz por lo que la ecuación quedará de esta manera: (METABOMAQUINASCEPILLADORAS, 2015)

$$P_a = 2 P_{a'} = 0,10kw$$

Es necesario sacar el valor de la potencia total que se necesitara lo que conlleva a sumar las potencias

$$P_t = P_m + P_a = 4,62 + 0,10 = 4.72Kw$$

3.25 Diagrama del sistema de cepillado

Previamente se plasma un diagrama cinemático del cepillo el cual se instruye en la figura siguiente, donde se muestra su representación y ubicación, y funcionamiento; el motor (1) transmite su movimiento y potencia por medio de las bandas (2), las mismas que comunican movimiento al eje cepillador (4)

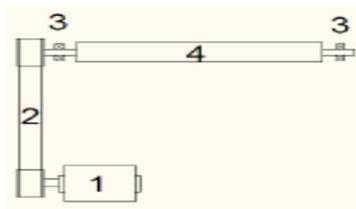


Fig. # 27 Diagrama cinemático

1. Motor cepillador
2. Transmisión por bandas
3. Soporte del eje (cepillador)
4. Eje cepillador con portacuchillas

3.26 Potencia transmitida

De esta manera la potencia corregida (P_c) o total de la potencia transmitida, que es la que habrá que utilizar el diseño se dará de la siguiente manera:

$$P_c = P \cdot K$$

P_c potencia corregida
 P potencia transmitida por motor conductor
 K es el factor de corrección de la potencia de acuerdo a la siguiente tabla

Para la maquina a diseñar utilizaremos un motor que tiene una potencia conductora de 4.72 Kw = (6.32 HP) y 1750 rpm y el factor de corrección de la potencia 1,2 según la tabla

$$P_c = P \cdot K$$

$$P_c = 6.32 \text{ HP} \cdot 1,2 = 7,58 \text{ HP} = \mathbf{8 \text{ HP}}$$

Tabla # 31 Factor de servicio K

Máquinas motrices	Motores eléctricos cd = 2 cn Motores térmicos multicilindros > 600 rpm			Motores eléctricos c maxi > 2 cn Monocilindro < 600 rpm		
	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d
<i>Cargas uniformes ligeras:</i> Agitadores para líquidos, bombas y compresores centrifugos-ventiladores hasta 7,5 Kw Pequeños transportadores	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
<i>Cargas uniformes medias:</i> Transportadores de cinta (arena, grano) Ventiladores superiores 7,5 Kw Generadores-alternadores, máquinas herramientas Maquinaria artes gráficas, prensas, ozeallas, lavadoras, bombas rotativas.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
<i>Cargas irregulares con sobrecargas:</i> Maquinaria para ladrillos y cerámica Elevadores con canchilones. Compresores y bombas de pistones. Maquinaria papel. Pulverizadores, Maquinaria textil.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
<i>Cargas irregulares y sobrecargas importantes:</i> Molinos, machacadoras, laminadoras, calandras mezcladoras. Gruas, dragas.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8
<i>Cargas muy irregulares y grandes sobrecargas.</i>	2	2	2	2	2	2

3.27 Selección de bandas portacuchillas

Para la selección de la banda tenemos que tener en cuenta que debe de ser capaz de transmitir la potencia que se sienta en forma ajustada sobre el conjunto de poleas acanaladas. En este proyecto se necesita saber el cálculo de transmisión por banda es por ello que sé que la máquina operara los 6 días de la semana y por lo consiguiente se tiene lo siguiente: (monografias .com, 2015)

$$\text{Servicio} \frac{h}{\text{semana}} = \frac{12h}{\text{dia}} \times \frac{6 \text{ dia}}{\text{semana}} = 72$$

$$\frac{\# \text{ semanas}}{\text{año}} = 52$$

Debemos de notar que cada fabricante dispone de graficas donde se muestra cual es el tipo de banda adecuada para trabajar en función de la potencia a transmitir y de las revoluciones de giro de la polea menor para ello se adjunta la siguiente gráfica: (ingemecanica, 2015)

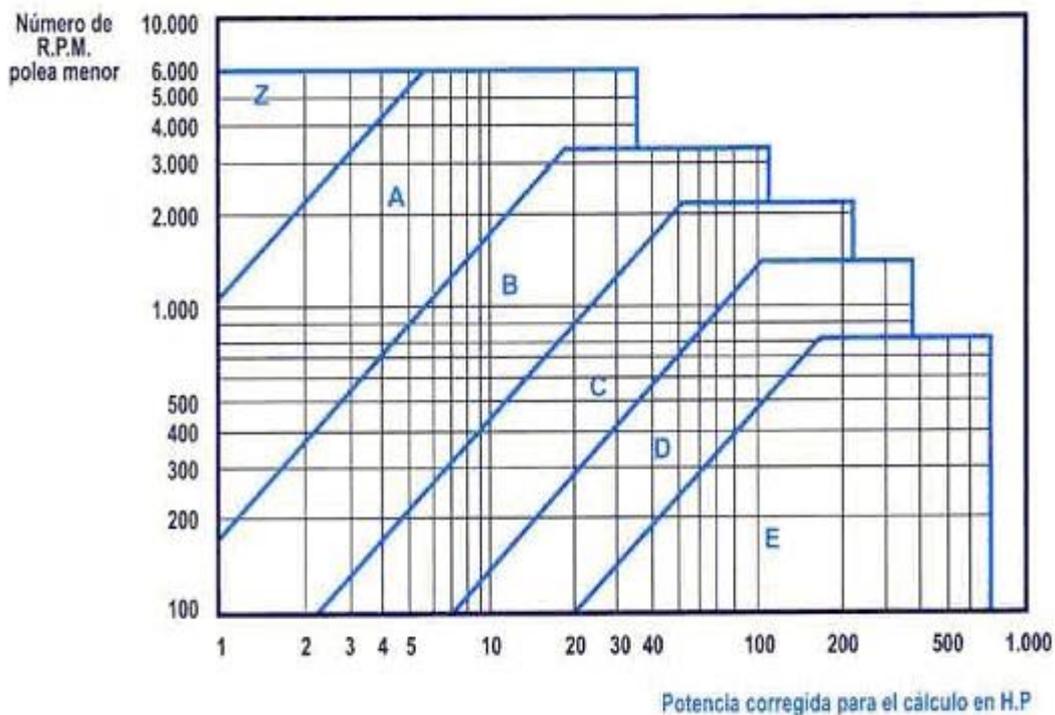


Fig. # 28 Selección de bandas

3.28 Relación de transmisión

Para la relación de transmisión se utilizan tablas del diámetro mínimo de las poleas de que se tomarán los siguientes valores 90 mm

Tabla # 32 Diámetro mínimo de las poleas

Diámetro polea (mm)	Z	A	B	C	D	E
60	V					
63	R					
67	V					
71	R	V				
75	V	V				
80	R	V				
90	V	V				
95		V				
100	R	R				
106		V				
112	V	R	V			
118		V	V			
125	R	R	V			
132		V	V			
140	V	R	R			
150	V	V	V			
160	R	R	V			
170			V			
180	V	R	R	V		
200	R	R	R	R		
212				V		
224	V	V	V	R		
236				V		
250	V	R	R	R		
265				V		
280		V	V	R		
300		V	V	R		
315		R	R	R		
355		V	V	V	R	
375			V	V	R	
400		R	R	R	R	
425					V	
450		V	V	V	R	
475					V	
500		R	R	R	R	R
530						V
560		V	V	V	V	R
600			V	R	R	V
630		R	V	R	R	R
670						V
710		V	V	V	V	R
750			V	R	V	
800			V	R	V	R
900			V	R	V	R
1000			R	R	R	R
1060					V	
1120				V	V	V
1250				R	R	R
1400				V	V	V
1500					V	V
1600				R	R	V
1800					V	V
1900						V
2000					R	V
2240						R
2500						R

V Diámetro valido de polea

R Diámetro de polea especialmente recomendado

La relación de transmisión se calcula a partir de la siguiente formula: (ingemecanica, 2015)

$$R_t = \frac{N}{n} = \frac{D}{d}$$

$$R_t = \frac{D}{d} = \frac{150mm}{90mm} = 1,66$$

Donde R_t es la relación de transmisión

N son las rpm de la polea menor

n son las rpm de la polea mayor

D es diámetro de la polea mayor

d es diámetro de la polea menor

3.29 Diámetro primitivo de la polea

Habitualmente se parte del diámetro de alguna de las poleas sea la de mayor o menor diámetro. Así, si se parte del diámetro de la polea de menor diámetro (d), el diámetro de la otra polea, la mayor (D), se obtendrá a partir de la relación de transmisión (R_t) (ingemecanica, 2015)

$$D_p = R_t \cdot d$$

Los diámetros se los toman de las tablas anteriores en los cuales se asume que el diámetro de la polea menor es de 90mm

$$D_p = 1,66(90mm) = 149,4mm$$

3.30 Distancia entre ejes

Para calcular la distancia entre ejes (D_{eje}) de las poleas suele estar instituida en la transmisión que debe calcularse. Si se tiene que la relación de transmisión R_t está comprendida entre (1 y 3) entonces decimos que (ingemecanica, 2015)

$$D_{eje} \geq \frac{(R_t + 1)}{2} \cdot d$$

Si $R_t \geq 3$ para este caso bastaría que se cumpliera que $D_{eje} \geq D$

Siendo D_{eje} la distancia entre ejes de poleas

R_t Relación de transmisión

d diámetro de la polea menor

D diámetro de la polea mayor

De donde se tiene lo siguiente como ya se mencionó que el diámetro de la polea menor era de $d=90\text{mm}$ y la polea mayor de $D=150\text{mm}$

Donde se tiene la siguiente relación

$$d \leq D_{eje} \leq 3(d + D)$$

$$90 \leq D_{eje} \leq 3(90+150)$$

$$D_{eje} = 630\text{mm}$$

3.31 Longitud de la correa

Para este análisis la longitud primitiva de la correa L_p de una transmisión se deduce con siguiente formula

$$L_p = 2D_{eje} + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4 D_{eje}}$$

Donde D_{eje} es la distancia entre ejes de poleas

d es el diámetro de la polea menor

D diámetro de la polea mayor

$$L_p = 2(630\text{mm}) + \frac{\pi}{2}(150 + 90)\text{mm} + \frac{(150 - 90)^2}{4(630\text{mm})} = 1638,41\text{mm}$$

3.32 Arco de contacto

La determinación del ángulo de contacto (A) de la correa sobre la polea menor se realiza mediante la siguiente expresión

$$A = 180 - 57 \frac{(D - d)}{D_{eje}}$$

Donde A es el ángulo de contacto sobre la polea menor, en °

D_{eje} Distancia entre ejes de poleas

d diámetro de la polea menor

D diámetro de la polea mayor

$$A = 180 - 57 \frac{(150 - 90)}{630mm} = 174.34^\circ$$

El diseño óptimo de la correa se ha realizado para un ángulo de 180° como se sabe en general el ángulo de contacto sobre la polea menor será inferior a 180° , para lo cual se aplicara un coeficiente corrector del arco de contacto (FcA)

3.33 Velocidad lineal de las correas

Para el cálculo de la velocidad lineal de la correa se emplea la siguiente formula: (ingemecanica, 2015)

$$V_l = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{60 \cdot 1000}$$

Donde V_l Es la velocidad lineal o tangencial de la correa, en m/s

d diámetro de la polea menor

Como se sabe la velocidad lineal no debe sobrepasar los 30 m/s en correas trapezoidal debido a las fuerzas centrifugas son de magnitud talque podrían desencajar las bandas

$$V_l = \frac{\pi \cdot 90(1750)}{60 \cdot 1000} = 8.24m/seg$$

3.34 Potencia efectiva por correas

La potencia efectiva por correa (Pe) se calcula a partir de la potencia base (Pb) afectada de los coeficientes correctores por la longitud de las correas (Fcl) y por arco de contacto (FcA). De esta forma la expresión que proporciona la potencia efectiva es la siguiente (ingemecanica, 2015)

$$Pe = Pb \cdot Fcl \cdot FcA$$

Para ello se utilizan tablas de los fabricantes el 1,89 Hp resulta al momento de sumarle la prestación base más la prestación adicional sacado de las tablas para una correa de tipo A y los factores correctores Fcl que tiene un valor asignado de 0.99, FcA = 0,95 (ingemecanica, 2015)

$$Pe = 2,92 \times 0,99 \times 0,95 = 2,74Hp$$

Sección Z																							
Nº R.P.M. De la polea menor	Prestación Base (en HP)													Prestación adicional por relación de transmisión (en HP)									
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)													1.02 al 1.04	1.05 al 1.08	1.09 al 1.12	1.13 al 1.18	1.19 al 1.24	1.25 al 1.34	1.35 al 1.51	1.52 al 1.99	2.00 y sobre	
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110									
1160	0.15	0.24	0.32	0.40	0.49	0.57	0.65	0.74	0.82	0.89	0.97	1.05	1.13	1.28	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07
1750	0.19	0.31	0.43	0.55	0.67	0.79	0.91	1.02	1.14	1.25	1.36	1.47	1.58	1.80	0.01	0.03	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11
3450	0.22	0.44	0.66	0.88	1.08	1.28	1.48	1.67	1.86	2.04	2.22	2.39	2.55	2.85	0.03	0.07	0.10	0.13	0.16	0.18	0.20	0.22	0.22
200	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.20	0.23	0.25	0.28	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
400	0.07	0.11	0.14	0.17	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45	0.51	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
600	0.10	0.15	0.19	0.24	0.29	0.33	0.38	0.42	0.47	0.51	0.56	0.60	0.64	0.73	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04
800	0.12	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54	0.60	0.65	0.71	0.77	0.82	0.94	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
1000	0.14	0.21	0.29	0.36	0.43	0.51	0.58	0.65	0.72	0.79	0.86	0.93	1.00	1.13	0.00	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06
1200	0.15	0.24	0.33	0.42	0.50	0.59	0.67	0.76	0.84	0.92	1.00	1.08	1.16	1.32	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07
1400	0.17	0.27	0.37	0.47	0.57	0.66	0.76	0.86	0.95	1.05	1.14	1.23	1.32	1.50	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09
1600	0.18	0.29	0.41	0.52	0.63	0.74	0.85	0.95	1.06	1.16	1.27	1.37	1.47	1.67	0.01	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10
1800	0.19	0.31	0.44	0.57	0.68	0.81	0.93	1.05	1.16	1.28	1.39	1.51	1.62	1.84	0.01	0.03	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11
2000	0.20	0.34	0.47	0.61	0.74	0.88	1.01	1.14	1.26	1.39	1.51	1.64	1.76	1.99	0.01	0.04	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13
2200	0.20	0.36	0.51	0.65	0.80	0.94	1.08	1.22	1.36	1.50	1.63	1.76	1.89	2.14	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.14
2400	0.21	0.37	0.54	0.69	0.85	1.00	1.16	1.30	1.45	1.60	1.74	1.88	2.01	2.28	0.02	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.14	0.15	0.15
2600	0.22	0.39	0.56	0.73	0.90	1.06	1.22	1.38	1.54	1.69	1.84	1.99	2.13	2.41	0.02	0.05	0.08	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.16
2800	0.22	0.41	0.59	0.77	0.95	1.12	1.29	1.46	1.62	1.78	1.94	2.09	2.24	2.53	0.02	0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.16	0.17	0.18
3000	0.22	0.42	0.61	0.80	0.99	1.17	1.35	1.53	1.70	1.87	2.03	2.19	2.35	2.64	0.02	0.06	0.09	0.11	0.14	0.16	0.18	0.19	0.19
3200	0.22	0.43	0.64	0.84	1.03	1.22	1.41	1.60	1.77	1.95	2.12	2.28	2.44	2.74	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.17	0.19	0.20	0.20
3400	0.22	0.44	0.66	0.87	1.07	1.27	1.47	1.66	1.84	2.02	2.20	2.37	2.53	2.83	0.03	0.07	0.10	0.13	0.15	0.18	0.20	0.21	0.22
3600	0.22	0.45	0.68	0.90	1.11	1.32	1.52	1.72	1.91	2.09	1.27	2.44	2.61	2.91	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.21	0.22	0.23
3800	0.22	0.46	0.70	0.92	1.14	1.36	1.57	1.77	1.97	2.15	2.34	2.51	2.67	2.97	0.03	0.07	0.11	0.15	0.17	0.20	0.22	0.24	0.24
4000	0.22	0.47	0.71	0.95	1.18	1.40	1.62	1.82	2.02	2.21	2.40	2.57	2.73	3.03	0.03	0.08	0.12	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25	0.25
4200	0.21	0.47	0.73	0.97	1.21	1.43	1.66	1.87	2.07	2.26	2.45	2.62	2.78	3.07	0.03	0.08	0.12	0.16	0.19	0.22	0.24	0.26	0.27
4400	0.21	0.48	0.74	0.99	1.23	1.47	1.69	1.91	2.11	2.31	2.49	2.66	2.82	3.10	0.04	0.09	0.13	0.17	0.20	0.23	0.26	0.28	0.28
4600	0.21	0.48	0.75	1.01	1.26	1.50	1.73	1.94	2.15	2.34	2.53	2.69	2.85	3.11	0.04	0.09	0.14	0.18	0.21	0.24	0.27	0.29	0.29
4800	0.20	0.48	0.76	1.03	1.28	1.53	1.76	1.97	2.18	2.37	2.55	2.72	2.86	3.11	0.04	0.10	0.14	0.19	0.22	0.25	0.28	0.30	0.31
5000	0.19	0.48	0.77	1.04	1.30	1.55	1.78	2.00	2.21	2.40	2.57	2.73	2.87	3.09	0.04	0.10	0.15	0.19	0.23	0.26	0.29	0.31	0.32
5200	0.18	0.48	0.77	1.05	1.31	1.56	1.80	2.02	2.23	2.41	2.58	2.73	2.86	3.06	0.04	0.10	0.16	0.20	0.24	0.28	0.31	0.33	0.33
5400	0.17	0.48	0.78	1.06	1.33	1.58	1.82	2.04	2.24	2.42	2.58	2.72	2.84	-	0.05	0.11	0.16	0.21	0.25	0.29	0.32	0.34	0.34
5600	0.16	0.47	0.78	1.07	1.34	1.59	1.83	2.05	2.24	2.42	2.57	2.70	2.81	-	0.05	0.11	0.17	0.21	0.26	0.30	0.33	0.35	0.36
5800	0.14	0.47	0.78	1.07	1.34	1.60	1.83	2.05	2.24	2.41	2.56	2.67	-	-	0.05	0.12	0.17	0.22	0.27	0.31	0.34	0.36	0.37
6000	0.13	0.46	0.78	1.07	1.35	1.60	1.84	2.05	2.23	2.40	2.53	2.63	-	-	0.05	0.12	0.18	0.23	0.28	0.32	0.35	0.38	0.38

Tabla # 34 para sacar la potencia efectiva de las correas de tipo Z

Tabla # 35 para sacar la potencia efectiva de las correas de tipo A

Sección A																							
N° R.P.M. De la polea menor	Prestación Base (en HP)													Prestación adicional por relación de transmisión (en HP)									
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)													1.00	1.02	1.05	1.09	1.13	1.19	1.25	1.35	1.52	2.00
	66	71	76	81	86	91	96	102	107	112	117	122	127	al 1.01	al 1.04	al 1.08	al 1.12	al 1.18	al 1.24	al 1.34	al 1.51	al 1.99	y sobre
1160	0.54	0.69	0.84	0.99	1.13	1.28	1.42	1.56	1.70	1.84	1.98	2.12	2.26	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20
1750	0.68	0.90	1.11	1.32	1.53	1.73	1.93	2.13	2.33	2.53	2.72	2.91	3.10	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.29
3450	0.85	1.21	1.57	1.91	2.25	2.57	2.88	3.19	3.48	3.76	4.02	4.28	4.52	0.00	0.06	0.13	0.19	0.26	0.32	0.39	0.45	0.52	0.58
200	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.48	0.51	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
400	0.26	0.32	0.38	0.43	0.49	0.55	0.60	0.66	0.71	0.77	0.82	0.88	0.93	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07
600	0.35	0.43	0.52	0.60	0.68	0.76	0.84	0.92	1.00	1.08	1.16	1.23	1.31	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
800	0.43	0.53	0.64	0.75	0.85	0.95	1.06	1.16	1.26	1.37	1.47	1.57	1.67	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13
1000	0.49	0.62	0.75	0.88	1.01	1.14	1.26	1.39	1.51	1.64	1.76	1.88	2.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17
1200	0.55	0.71	0.86	1.01	1.16	1.31	1.46	1.60	1.75	1.89	2.04	2.18	2.32	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.16	0.18	0.20
1400	0.61	0.78	0.96	1.13	1.30	1.47	1.64	1.81	1.97	2.14	2.30	2.46	2.62	0.00	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24
1600	0.65	0.85	1.05	1.24	1.43	1.62	1.81	2.00	2.18	2.37	2.55	2.73	2.90	0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27
1800	0.69	0.91	1.13	1.34	1.56	1.77	1.97	2.18	2.38	2.58	2.78	2.97	3.17	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.24	0.27	0.30
2000	0.73	0.97	1.21	1.44	1.67	1.90	2.12	2.35	2.57	2.78	2.99	3.20	3.41	0.00	0.04	0.07	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26	0.30	0.34
2200	0.76	1.02	1.28	1.53	1.78	2.02	2.26	2.50	2.74	2.97	3.19	3.42	3.64	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.21	0.25	0.29	0.33	0.37
2400	0.79	1.07	1.34	1.61	1.88	2.14	2.39	2.65	2.89	3.14	3.38	3.61	3.84	0.00	0.04	0.09	0.13	0.18	0.22	0.27	0.31	0.36	0.40
2600	0.81	1.11	1.40	1.69	1.97	2.24	2.51	2.78	3.04	3.29	3.54	3.78	4.02	0.00	0.05	0.10	0.15	0.19	0.24	0.29	0.34	0.39	0.44
2800	0.83	1.14	1.45	1.75	2.05	2.34	2.62	2.90	3.17	3.43	3.69	3.94	4.18	0.00	0.05	0.10	0.16	0.21	0.26	0.31	0.37	0.42	0.47
3000	0.84	1.17	1.49	1.81	2.12	2.42	2.72	3.00	3.28	3.55	3.81	4.07	4.31	0.00	0.06	0.11	0.17	0.22	0.28	0.34	0.39	0.45	0.50
3200	0.85	1.19	1.53	1.86	2.18	2.49	2.80	3.09	3.38	3.66	3.92	4.18	4.42	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54
3400	0.85	1.21	1.56	1.90	2.24	2.56	2.87	3.17	3.46	3.74	4.01	4.26	4.50	0.00	0.06	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.44	0.51	0.57
3600	0.85	1.22	1.59	1.94	2.28	2.61	2.93	3.23	3.52	3.80	4.07	4.32	4.56	0.00	0.07	0.13	0.20	0.27	0.34	0.40	0.47	0.54	0.61
3800	0.84	1.23	1.60	1.96	2.31	2.65	2.97	3.28	3.57	3.85	4.11	4.36	4.58	0.00	0.07	0.14	0.21	0.28	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64
4000	0.83	1.22	1.61	1.98	2.33	2.67	3.00	3.31	3.60	3.87	4.13	4.36	4.58	0.00	0.07	0.15	0.22	0.30	0.37	0.45	0.52	0.60	0.67
4200	0.81	1.22	1.61	1.99	2.35	2.69	3.01	3.32	3.61	3.87	4.12	4.34	4.54	0.00	0.08	0.16	0.24	0.31	0.39	0.47	0.55	0.63	0.71
4400	0.78	1.20	1.60	1.98	2.35	2.69	3.01	3.31	3.59	3.85	4.08	4.29	4.47	0.00	0.08	0.16	0.25	0.33	0.41	0.49	0.58	0.66	0.74
4600	0.75	1.18	1.58	1.97	2.33	2.68	3.00	3.29	3.56	3.80	4.02	4.21	4.37	0.00	0.09	0.17	0.26	0.34	0.43	0.52	0.60	0.69	0.77
4800	0.72	1.15	1.56	1.95	2.31	2.65	2.96	3.25	3.50	3.73	3.93	4.09	4.23	0.00	0.09	0.18	0.27	0.36	0.45	0.54	0.63	0.72	0.81
5000	0.67	1.11	1.53	1.91	2.27	2.61	2.91	3.19	3.43	3.64	3.81	3.95	-	0.00	0.09	0.19	0.28	0.37	0.47	0.56	0.65	0.75	0.84
5200	0.63	1.07	1.48	1.87	2.23	2.55	2.84	3.10	3.33	3.51	3.66	-	-	0.00	0.10	0.19	0.29	0.39	0.49	0.58	0.68	0.78	0.88
5400	0.57	1.02	1.43	1.81	2.16	2.48	2.76	3.00	3.20	3.36	-	-	-	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.61	0.71	0.81	0.91
5600	0.51	0.96	1.37	1.75	2.09	2.39	2.65	2.87	3.05	3.18	-	-	-	0.00	0.10	0.21	0.31	0.42	0.52	0.63	0.73	0.84	0.94
5800	0.44	0.89	1.30	1.67	2.00	2.28	2.53	2.72	2.87	-	-	-	-	0.00	0.11	0.22	0.33	0.43	0.54	0.65	0.76	0.87	0.98
6000	0.37	0.81	1.21	1.57	1.89	2.16	2.38	2.55	-	-	-	-	-	0.00	0.11	0.22	0.34	0.45	0.56	0.67	0.79	0.90	1.01
6200	0.28	0.72	1.02	1.47	1.77	2.02	2.22	2.36	-	-	-	-	-	0.00	0.12	0.23	0.35	0.46	0.58	0.70	0.81	0.93	1.04
6400	0.20	0.63	1.02	1.35	1.64	1.86	2.03	-	-	-	-	-	-	0.00	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08
6600	0.10	0.53	0.90	1.22	1.49	1.69	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.12	0.25	0.37	0.49	0.62	0.74	0.86	0.99	1.11
6800	0.00	0.41	0.78	1.08	1.32	1.49	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.13	0.25	0.38	0.51	0.64	0.76	0.89	1.02	1.14
7000	-	0.29	0.64	0.92	1.13	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.13	0.26	0.39	0.52	0.65	0.79	0.92	1.05	1.18
7200	-	0.16	0.49	0.75	0.93	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.13	0.27	0.40	0.54	0.67	0.81	0.94	1.08	1.21
7400	-	0.02	0.33	0.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.14	0.28	0.41	0.55	0.69	0.83	0.97	1.11	1.25
7600	-	0.00	0.15	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.14	0.28	0.43	0.57	0.71	0.85	0.99	1.14	1.28
7800	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.15	0.29	0.44	0.58	0.73	0.87	1.02	1.16	1.31
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75	0.89	1.05	1.19	1.34

Tabla # 36 para sacar la potencia efectiva de las correas de tipo B

Sección B																													
N° R.P.M. De la polea menor	Prestación Base (en HP)																			Prestación adicional por relación de transmisión (en HP)									
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)																			1.00	1.02	1.05	1.09	1.13	1.19	1.25	1.35	1.52	2.00
	117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	168	173	178	183	188	193	198	203	al 1.01	al 1.04	al 1.08	al 1.12	al 1.18	al 1.24	al 1.34	al 1.51	al 1.99	y sobre	
870	1.74	1.93	2.12	2.31	2.49	2.68	2.87	3.05	3.24	3.42	3.60	3.79	3.97	4.15	4.33	4.50	4.68	4.86	0.00	0.04	0.09	0.13	0.17	0.21	0.26	0.30	0.34	0.38	
1160	2.12	2.36	2.61	2.85	3.09	3.32	3.56	3.80	4.03	4.26	4.49	4.72	4.94	5.17	5.39	5.61	5.83	6.05	0.00	0.06	0.11	0.17	0.23	0.28	0.34	0.40	0.45	0.51	
1750	2.72	3.06	3.39	3.72	4.05	4.37	4.69	5.01	5.32	5.62	5.92	6.22	6.51	6.80	7.08	7.36	7.90	0.00	0.09	0.17	0.26	0.34	0.43	0.51	0.60	0.69	0.77		
200	0.57	0.62	0.67	0.72	0.77	0.82	0.87	0.92	0.97	1.02	1.07	1.12	1.17	1.22	1.27	1.32	1.36	1.41	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	
400	0.97	1.07	1.16	1.26	1.35	1.45	1.54	1.64	1.73	1.82	1.91	2.01	2.10	2.19	2.28	2.37	2.47	2.56	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	
600	1.32	1.46	1.60	1.73	1.87	2.01	2.14	2.28	2.41	2.54	2.68	2.81	2.94	3.07	3.20	3.33	3.46	3.59	0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.26	
800	1.63	1.81	1.99	2.16	2.34	2.51	2.69	2.86	3.03	3.20	3.37	3.54	3.71	3.88	4.05	4.21	4.38	4.54	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.27	0.31	0.35	
1000	1.91	2.13	2.34	2.56	2.77	2.98	3.19	3.40	3.61	3.81	4.02	4.22	4.42	4.62	4.82	5.02	5.22	5.41	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.29	0.34	0.39	0.44	
1200	2.17	2.42	2.67	2.92	3.16	3.41	3.65	3.89	4.13	4.37	4.60	4.84	5.07	5.30	5.52	5.75	5.98	6.20	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.29	0.35	0.41	0.47	0.53	
1400	2.39	2.68	2.96	3.24	3.52	3.79	4.07	4.34	4.61	4.87	5.13	5.39	5.65	5.91	6.16	6.41	6.66	6.90	0.00	0.07	0.14	0.21	0.27	0.34	0.41	0.48	0.55	0.62	
1600	2.59	2.91	3.22	3.53	3.84	4.14	4.44	4.74	5.03	5.32	5.61	5.89	6.17	6.44	6.72	6.98	7.25	7.51	0.00	0.08	0.16	0.24	0.31	0.39	0.47	0.55	0.63	0.71	
1800	2.76	3.11	3.45	3.78	4.12	4.45	4.77	5.09	5.40	5.71	6.02	6.32	6.61	6.90	7.19	7.47	7.74	8.01	0.00	0.09	0.18	0.26	0.35	0.44	0.53	0.62	0.71	0.79	
2000	2.90	3.28	3.64	4.00	4.36	4.71	5.05	5.39	5.72	6.04	6.36	6.68	6.98	7.29	7.57	7.86	8.14	8.41	0.00	0.10	0.20	0.29	0.39	0.49	0.59	0.69	0.78	0.88	
2200	3.02	3.41	3.80	4.18	4.56	4.92	5.28	5.63	5.98	6.31	6.64	6.96	7.27	7.57	7.87	8.15	8.42	8.69	0.00	0.11	0.22	0.32	0.43	0.54	0.65	0.75	0.86	0.97	
2400	3.11	3.52	3.93	4.32	4.71	5.09	5.46	5.82	6.17	6.51	6.84	7.16	7.47	7.77	8.05	8.33	8.59	8.84	0.00	0.12	0.24	0.35	0.47	0.59	0.71	0.82	0.94	1.06	
2600	3.16	3.59	4.01	4.42	4.82	5.21	5.58	5.95	6.30	6.64	6.96	7.28	7.58	7.86	8.13	8.39	8.63	8.86	0.00	0.13	0.26	0.38	0.51	0.64	0.76	0.89	1.02	1.15	
2800	3.19	3.63	4.06	4.48	4.88	5.27	5.65	6.01	6.35	6.68	7.00	7.30	7.58	7.85	8.10	8.33	8.54	8.73	0.00	0.14	0.27	0.41	0.55	0.69	0.82	0.96	1.10	1.24	
3000	3.18	3.63	4.06	4.48	4.89	5.28	5.65	6.00	6.33	6.65	6.95	7.23	7.48	7.72	7.94	8.13	8.31	8.46	0.00	0.15	0.29	0.44	0.59	0.74	0.88	1.03	1.18	1.32	
3200	3.13	3.59	4.02	4.44	4.84	5.22	5.58	5.92	6.24	6.53	6.80	7.05	7.27	7.47	7.65	7.80	-	-	0.00	0.16	0.31	0.47	0.63	0.78	0.94	1.10	1.25	1.41	
3400	3.05	3.51	3.94	4.35	4.74	5.11	5.45	5.76	6.05	6.32	6.55	6.77	6.95	7.10	-	-	-	-	0.00	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1.00	1.17	1.33	1.50	
3600	2.93	3.38	3.81	4.21	4.58	4.92	5.24	5.53	5.78	6.01	6.21	6.37	-	-	-	-	-	-	0.00	0.18	0.35	0.53	0.71	0.88	1.06	1.24	1.41	1.59	
3800	2.77	3.21	3.62	4.00	4.35	4.67	4.96	5.21	5.42	5.60	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.19	0.37	0.56	0.75	0.93	1.12	1.30	1.49	1.68	
4000	2.57	3.00	3.39	3.74	4.07	4.35	4.60	4.80	4.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76	
4200	2.33	2.73	3.10	3.42	3.71	3.95	4.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.21	0.41	0.62	0.82	1.03	1.24	1.44	1.75	1.85	
4400	2.04	2.42	2.75	3.04	3.28	3.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.22	0.43	0.65	0.86	1.08	1.29	1.51	1.73	1.94	
4600	1.70	2.05	2.34	2.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.23	0.45	0.68	0.90	1.13	1.35	1.58	1.80	2.03	
4800	1.32	1.63	1.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.24	0.47	0.71	0.94	1.18	1.41	1.65	1.88	2.12	
5000	0.88	1.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.25	0.49	0.73	0.98	1.23	1.47	1.72	1.96	2.21	
5200	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.26	0.51	0.76	1.02	1.27	1.53	1.78	2.04	2.29	

3.35 Cálculo del número de correas

Para el cálculo del número de correas necesaria para mover la transmisión es inmediato y se obtiene al dividir la potencia corregida (P_c) para la potencia efectiva (P_e)

$$\# \text{ de correas} = \frac{8 \text{ HP}}{2,74 \text{ HP}} = 2.91 \approx 3$$

3.36 Flecha máxima de la viga

Si la viga es de 1-6 metros para es necesario calcular la flecha máxima que se sacará de los cálculos posteriores

3.37 Cargas uniformemente repartidas en la viga para esterillado y cepillado

Para calcular la carga repartida en la viga UPN se considera que tendrá una carga de 500kg repartida uniformemente con una luz de 6 metros y una tensión admisible de 2600 kg/cm²

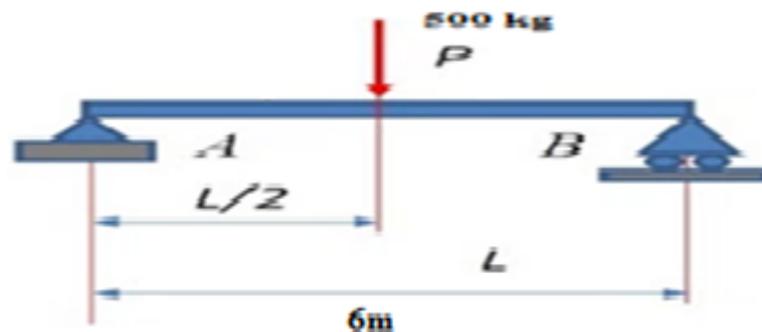


Fig. # 29 Cargas distribuida

Para ello se calculara las reacciones en A y B de lo cual se tiene la siguiente formula:

$$R_A + R_B = C \text{ Donde se dice que } R_A = R_B$$

$$\text{Entoces } R_A + R_A = C$$

$$2R_A = C$$

$M_f x$ Momento flector

X_1 Es una porción de la luz

L Es la luz de la viga

$$RA = \frac{C}{2} = \frac{500 \text{ Kg}}{2} = 250 \text{ Kg}$$

Lo que sigue es cálculo del momentos flectores para ello se aplicara la siguiente formula

$$Mfx1 = RA \cdot X1 \left(1 - \frac{X1}{L}\right)$$

$$Mfx1 = 250 \text{ Kg} \cdot 300 \text{ cm} \left(1 - \frac{300 \text{ cm}}{600 \text{ cm}}\right) = 37500 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

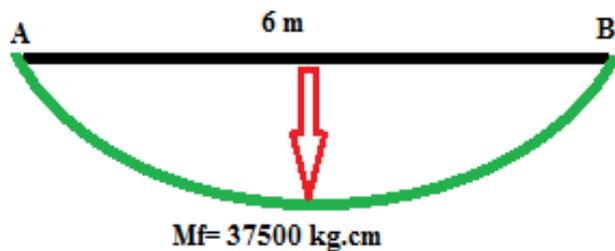


Fig. # 30 momento flector

Lo siguiente en calcular el momento resistente necesario de la viga (perfil UPN) para soportar la carga repartida uniformemente en la cual se aplica la siguiente expresión

$$Rx = \frac{\text{momento flexor}}{\text{tension de trabajo}} = \frac{37500 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{\frac{2600 \text{ kg}}{\text{cm}^2}} = 14.42 \text{ cm}^3$$

$$F_{mx} = \frac{L}{700} = \frac{600 \text{ cm}}{700} = 0,85 \text{ cm}$$

$$fm = \frac{5 \cdot Q \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I_x} = 0,66 \text{ cm}$$

Según los resultados arrojan un UPN de 140 pero se tiene que tomar en cuenta el coeficiente de seguridad y como para el diseño se requieren distancias de los vértices deben de ser mayores 9 mm así como también las distancia del diámetro de los piñones la cual van por la parte interna es por ello que se selecciona un UPN de 300 con lo que la flecha máxima 0.083cm, valores tomado del catálogo de pág. 23 (DIPAC, 2015)

Tabla # 37 selección del UPN de DIPAC

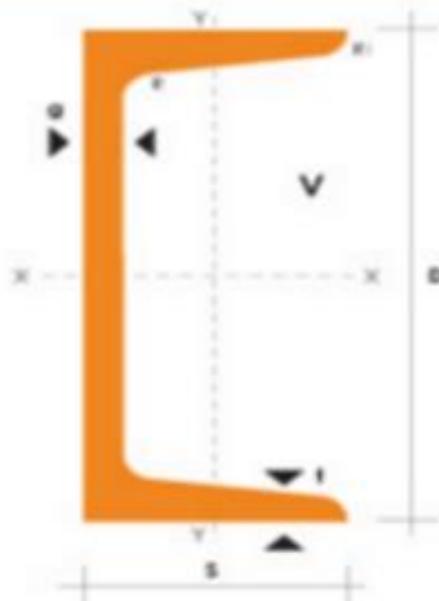
PERFILES LAMINADOS UPN

Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A36
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6.00m y 12.00m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS					
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 cm4	SECCION cm2	PESOS kg/mt	Ix cm4	Iy cm4	Wx cm3	Wy cm3
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.50	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.00	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80



3.38 Calculo de los piñones y catalina para el carro transportador

El diseño mecánico de la máquina esterilladora se utilizarán diversos piñones y catalinas para el cual se realizaran diferentes cálculos con el fin de tener una buena transmisión al momento que el carro transportador de cañas está en movimiento de vaivén.

Rueda

Datos

$$M = 3$$

$$Z_r = 40$$

$$Z_p = 13$$

M= es el módulo de la fresa

Z_r= número de dientes de la rueda

Z_p= número de dientes del piñón

Diámetro primitivo de la rueda

$$D_{pr} = M \cdot Z_r = 120mm$$

Altura del diente

$$A_t = 2.16 \cdot M = 6.48mm$$

Diámetro exterior

$$D_{er} = D_{pr} + 2 M = 126 mm$$

Diámetro interior

$$D_{ir} = D_{er} - 2 A_t = 113.04 mm$$

Paso

$$P = \pi \cdot M = 9.42 mm$$

Grueso del diente

$$G = \frac{P}{2} = 4.71 mm$$

Juego

$$J = 0.16 \cdot M = 0.48 mm$$

Ancho de la rueda

$$A_r = 8 \cdot M = 24 mm$$

Piñón

Diámetro primitivo del piñón

$$D_{pp} = M \cdot Z_p = 39mm$$

Diámetro exterior

$$D_{ep} = D_{pp} + 2 M = 45 mm$$

Diámetro interior

$$Dip = Dep - 2 At = 32.04 \text{ mm}$$

Numero de agujeros en el disco

$$\# \text{ de agujeros en el disco} = \frac{Ctg \text{ Fresadora}}{z} = \frac{40}{40} = 1 \text{ y } \frac{40}{13} = 3 \frac{1}{13}$$

3.39 Calculo de los engranajes rectos de los ejes transportadores de la caña picada en el cepillado.

En este proceso se busca tener un buen agarre de parte de los rodillos por lo que realizo rodillos dentados con el propósito de mejor desplazamiento al momento que ingrese al cepillado

Rueda

Datos

$$M = 3.5$$

$$Zr = 20$$

$$Zp = 10$$

Diámetro primitivo de la rueda

$$Dpr = M \cdot Zr = 70 \text{ mm}$$

Altura del diente

$$At = 2.16 \cdot M = 7.56 \text{ mm}$$

Diámetro exterior

$$Der = Dpr + 2 M = 77 \text{ mm}$$

Diámetro interior

$$Dir = Der - 2 At = 61.88 \text{ mm}$$

Paso

$$P = \pi \cdot M = 10.99 \text{ mm}$$

Grueso del diente

$$G = \frac{P}{2} = 5.49 \text{ mm}$$

Juego

$$J = 0.16 \cdot M = 0.56 \text{ mm}$$

Ancho de la rueda

$$Ar = 8 \cdot M = 28 \text{ mm}$$

Piñón

Diámetro primitivo del piñón

$$D_{pp} = M \cdot Z_p = 35 \text{ mm}$$

Diámetro exterior

$$D_{ep} = D_{pp} + 2 M = 42 \text{ mm}$$

Diámetro interior

$$D_{ip} = D_{ep} - 2 A_t = 26.88 \text{ mm}$$

Número de agujeros en el disco

$$\# \text{ de agujeros en el disco} = \frac{\text{Ctg Fresadora}}{z} = \frac{40}{20} = 2 \text{ y } \frac{40}{10} = 4$$

3.40 Calculo de los engranes rectos que regulan la velocidad de los rodillos de avance

Estos son los que van después de la salida de la banda del motor de cepillado hacia la otra polea para reducir su velocidad

Rueda

Datos

$$M = 1.5$$

$$Z_r = 90$$

$$Z_p = 14$$

Diámetro primitivo de la rueda

$$D_{pr} = M \cdot Z_r = 135 \text{ mm}$$

Altura del diente

$$A_t = 2.16 \cdot M = 3.24 \text{ mm}$$

Diámetro exterior

$$D_{er} = D_{pr} + 2 M = 138 \text{ mm}$$

Diámetro interior

$$D_{ir} = D_{er} - 2 A_t = 131.52 \text{ mm}$$

Paso

$$P = \pi \cdot M = 4.71 \text{ mm}$$

Grueso del diente

$$G = \frac{P}{2} = 2.35 \text{ mm}$$

Juego

$$J = 0.16 \cdot M = 0.24 \text{ mm}$$

Ancho de la rueda

$$Ar = 8 \cdot M = 12 \text{ mm}$$

Piñón**Diámetro primitivo del piñón**

$$D_{pp} = M \cdot Z_p = 21 \text{ mm}$$

Diámetro exterior

$$D_{ep} = D_{pp} + 2 M = 24 \text{ mm}$$

Diámetro interior

$$D_{ip} = D_{ep} - 2 A_t = 17.52 \text{ mm}$$

Numero de agujeros en el disco

$$\# \text{ de agujeros en el disco} = \frac{\text{Ctg Fresadora}}{z} = \frac{40}{90} = \frac{4}{9} \text{ y } \frac{40}{14} = \frac{20}{7}$$

3.41 Calculo de lo engranes cónicos que suben y bajan la mesa del cepillado

Estos engranajes son para dar la tolerancia adecuada al momento de que la caña ingresa al cepillado y entra en contacto con el eje cepillador o porta cuchillas de acuerdo al espesor requerido

Rueda**Datos**

$$M = 3$$

$$Z_r = 40$$

$$Z_p = 26$$

$$\alpha = 90^\circ$$

Ángulo medio del cono primitivo de la rueda

$$tg_{Ar} = \frac{Z_r}{Z_p} = 1.53$$

$$\text{Arco } tg = 57^\circ$$

Ángulo complementario del piñón

$$A_{cp} = 90 - Ar = 33^\circ$$

Diámetro primitivo de la rueda

$$D_{pr} = M \cdot Z_r = 120\text{mm}$$

Diámetro exterior de la rueda

$$D_{eR} = D_{pr} + 2(M \cdot \cos Ar) = 123,26\text{mm}$$

Longitud del diente de la rueda

$$L_R = 8 \cdot M = 24\text{mm}$$

Número imaginario de dientes de la rueda

$$Z_{iR} = \frac{Z_r}{\cos Ar} = 73,44\text{mm}$$

Log de la generatriz del cono primitivo de la rueda

$$l_{gR} = \frac{D_{pr}}{2 \sin Ar} = 71,54\text{mm}$$

Ángulo de la cabeza del diente de la rueda

$$\text{tg } \beta_R = \frac{M}{l_{gR}} = 0,04 = \text{arc tg} = 2,29^\circ$$

Ángulo del pie del diente de la rueda

$$\text{tg } \gamma_R = \frac{1,16 \cdot M}{l_{gR}} = 0,04 \text{ arc tg} = 2,29^\circ$$

Longitud del interior del diente hasta el vértice de la rueda

$$L_{iR} = l_{gR} - L_r = 47,54\text{mm}$$

Diámetro primitivo de la parte interior del diente de la rueda

$$D_{piR} = \frac{D_{pr} \cdot L_{iR}}{l_{gR}} = 79,74 \text{ mm}$$

Módulo de la parte interior de la rueda

$$M_{iR} = \frac{D_{piR}}{Z_R} = 1,99$$

Paso circular de la rueda

$$P_{cR} = \pi \cdot M_{iR} = 6,25\text{mm}$$

Grueso del diente de la rueda

$$G_R = \frac{P_{cR}}{2} = 3,12\text{mm}$$

Ángulo del torneado de la cabeza del diente de la rueda

$$AR + \beta_R = 59,29^\circ$$

Ángulo de fresado del pie del diente de rueda

$$\omega = AR - \gamma R = 59.29^\circ$$

Longitud del cono complementario de la rueda

$$LccR = lgR \cdot tg AR = 110.16mm$$

Piñón

Diámetro primitivo del piñón

$$Dpp = M \cdot Zr = 78mm$$

Diámetro exterior del piñón

$$Dep = Dpp + 2(M \cdot \cos Ap) = 81.26mm$$

Número imaginario de dientes del piñón

$$ZiP = \frac{Zp}{\cos Ap} = 47.73mm$$

Log de la generatriz del cono primitivo del piñón

$$lgP = \frac{Dpp}{2 \sin Ap} = 46.50mm$$

Ángulo de la cabeza del diente del piñón

$$tg \beta P = \frac{M}{lgP} = 0.06 = \text{arc tg} = 3.43^\circ$$

Angulo del pie del diente del piñón

$$tg \gamma P = \frac{1.16 \cdot M}{lgP} = 0.07 \text{ arc tg} = 4^\circ$$

Longitud del interior del diente hasta el vértice del piñón

$$LiP = lgP - Lr = 22.5mm$$

Diámetro primitivo de la parte interior del diente del piñón

$$DpiP = \frac{Dpp \cdot LiP}{lgP} = 37.74mm$$

Módulo de la parte interior del piñón

$$MiP = \frac{DpiP}{ZP} = 1.45$$

Paso circular del piñón

$$PcP = \pi \cdot MiP = 4.55mm$$

Grueso del diente del piñón

$$GP = \frac{PcP}{2} = 2.27mm$$

Ángulo del torneado de la cabeza del diente del piñón

$$AP + \beta P = 60.43^\circ$$

Ángulo de fresado del pie del diente de rueda

$$\omega = AP - \gamma P = 53^\circ$$

Longitud del cono complementario de la rueda

$$L_{ccP} = l_{gP} \cdot \operatorname{tg} AP = 71.70\text{mm}$$

3.42 Cálculo de las estrías del eje transportador de la caña guadua

Rodillo

Datos

$$M = 2$$

$$Z_r = 43$$

Diámetro primitivo del rodillo

$$D_{pr} = M \cdot Z_r = 86\text{mm}$$

Altura del diente

$$A_t = 2.16 \cdot M = 4.32\text{mm}$$

Diámetro exterior

$$D_{er} = D_{pr} + 2M = 90\text{mm}$$

Diámetro interior

$$D_{ir} = D_{er} - 2A_t = 81.36\text{mm}$$

Paso

$$P = \pi \cdot M = 6.28\text{mm}$$

Grueso del diente

$$G = \frac{P}{2} = 3.14\text{mm}$$

Juego

$$J = 0.16 \cdot M = 0.32\text{mm}$$

La longitud del rodillo es de 0.55m

3.43 Análisis económico

Al analizar cada una de las partes de la maquina esterilladora se realiza un análisis de costo respectivo para hacer el presupuesto total para ver si la maquina es rentable en el país, es necesario dar a conocer que los precios que se mostraran en la siguiente tabla son referenciales a la fecha del presente trabajo

Tabla # 38 costo de materiales		
Cantidad	Denominación	Costo \$
1	Motor de 8 HP Trifásico de 1750 RPM	870.00
1	Motor de 7.5 HP Trifásico de 1725 RPM	850.00
1	Bomba de paletas T7B B02 de 7 HP	900.00
8	Actuadores oleohidráulico CHN de 7 MPA	300.00
1	Eje SAE 1018 \varnothing 100 mm; L = 600mm	50.00
2	Eje SAE 1018 \varnothing 33,7 mm; L= 450 mm	50.00
2	Eje SAE 1018 \varnothing 70mm; L=650mm	65.00
1	Eje SAE 1018 : \varnothing 25.4 mm; L= 6000 mm	80.00
1	Plancha de acero PL de 12 mm de espesor	400.00
2	Perfiles laminado UPN de 300 ASTM A36	850.00
1	Perfiles laminado UPN de 50 ASTM A36	120.00
1	Juego de engranes rectos	30.00
4	Chumaceras de 25.4 mm	50.00
6	Chumaceras de 38.51 mm	100.00
8	Chuchillas L= 300 ; e =10mm	180.00
4	Cuchillas L= 450 mm; e = 6mm	150.00
20	Pernos 12mm x 23mm	7.00
4	Pernos 12mm x 110mm	4.00
6	Pernos 10mm x 22mm	2.50
2	Galón de diluyente	5.00
1	Cartón de electrodos de 11 kg ; Tipo E-6011	16.50
3	Banda tipo A = 91	45.00
2	Bandas tipo A = 66	26.00

1	Polea de aluminio de 3 entradas $\varnothing = 66.04\text{mm}$	19.00
1	Polea de aluminio de 3 entradas $\varnothing = 50.8 \text{ mm}$	17.00
1	Polea de aluminio de 3 entradas $\varnothing = 90\text{mm}$	25.00
1	Polea de aluminio de 3 entradas $\varnothing = 150\text{mm}$	50.00
1	Volante D = 200 mm; d= 25mm	20.00
1	Cadena ANSI 40 : (1,27 mm): L=5.20 m	150.00
	Total	5482.00

Cronograma valorado de la investigación

En el cronograma valorado constan los gastos en el proceso de la investigación realizada en los seis meses de estudio de la caña guadua "*Angustifolia Kunth*".

CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS CON VISTA AL DISEÑO DE LA MÁQUINA ESTERILLADORA DE CAÑA GUADUA (ANGUSTIFOLIA KUNTH) EN EL CANTÓN PORTOVIEJO.											
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN MES						
					1	2	3	4	5	6	
<i>Caracterización de las propiedades físicas y mecánicas con vista al diseño de máquina esterilladora de caña guadua (angustifolia Kunth) en el cantón Portoviejo.</i>	u	2	250,00	250,00	6,00						
<i>Identificar los sectores productores de caña guadua de Manabí.</i>	u	2	20,00	40,00	500,00 2,00						
<i>Investigar las características de la caña guadua para la aplicación de pruebas físicas y mecánicas.</i>	u	10	40,00	400,00	40,00	10,00					
<i>Seleccionar los tipos de materiales para la estructura de la maquinaria, esterillado de caña guadua, herramientas y equipo.</i>	u	1	40,00	40,00		400,00 1,00					
						40,00					
<i>Desarrollo del marco teórico.</i>	u	1	40,00	40,00			1,00				
							40,00				
<i>Visualización del alcance de estudio.</i>	u	1	40,00	40,00			1,00				
							40,00				
<i>Elaboración de hipótesis y definiciones de variables.</i>	u	1	40,00	40,00				1,00			
								40,00			
<i>Desarrollo y diseño de la investigación.</i>	u	1	200,00	200,00				1,00			
								200,00			
<i>Proponer una máquina para la reproducción de paneles de caña guadua.</i>	u	1	200,00	200,00					1,00		
									200,00		
<i>Reporte de los resultados (conclusiones y recomendaciones).</i>	u	1	30,00	30,00						1,00	
											30,00
				TOTAL	1.280,00						
				INVERSION MENSUAL		540,00	440,00	80,00	240,00	200,00	30,00
				AVANCE PARCIAL EN %		42.19	34,38	6,25	18,75	15,63	2,34
				INVERSION ACUMULADA		540,00	980,00	1060,00	1300,00	1500,00	1530,00
				AVANCE ACUMULADO EN %		42.19	76.56	82.81	151.56	117,19	19.53
Portoviejo, 28 Septiembre de 2015											
Realizado por: Luis Armando Ponce Saltos											

Conclusión

- En la investigación desarrollada se verifico que los guaduales son de gran importancia al medio ambiente por su capacidad de reducir las emisiones de CO2 y de ser un gran retenedor de agua evitando q se produzcan erosiones en la tierra.
- La caña guadua posee todas las características físicas-mecánicas para remplazar en gran parte a los materiales convencionales de construcción como en cemento, el hierro, ladrillo, etc.
- La caña guadua genera un gran impacto socio-económico en los habitantes de los diferentes sectores donde existen guaduales al implementar la siembra, mantenimiento, corte, curado, manejo y transporte de la caña guadua a los sectores de producción de los paneles por el gran empleo de mano de obra en la región.
- El empleo de la caña guadua en vivienda de interés social impone una tendencia en el diseño y construcción tecnológica para el proceso y producción de paneles esterillados que mejorará la calidad de los mismos, que serán utilizados en la construcción de casas a bajo costo.
- Al fomentar las construcciones de viviendas de caña guadua se logra que la sociedad en general identifique y conozca todas las bondades, propiedades y cualidades de esta planta y se puede utilizar adecuadamente.

Recomendaciones

- Considerando el aspecto económico, social, y ambiental, asimismo como el buen procesamiento técnico de la caña guadua, se recomienda tener en cuenta la edad del guadua, las etapas de maduración, el tiempo de corte, tipo de secado, tratamiento de inmunización para que las cañas puedan brindar una buena resistencia al momento de su uso.
- Es necesario dar conocer que al momento de realizar los ensayos se deben guiar por normas para tener un buen enfoque de lo que se quiere conseguir.
- Se recomienda que al momento de construir viviendas se seleccionen las cañas de acuerdo en lo que se va utilizar como por ejemplo si son columnas que se utilice la parte de la cepa, si son vigas parte de la basa, y si es techo la parte de sobrebasa.
- En el caso de este proyecto es recomendable utilizar las partes de basa y sobrebasa para el esterillado, en la fabricación de los paneles.
- También se recomienda tener en cuenta las normas de construcción con caña guadua.

Bibliografía

- Borfittz, I. A., Bosch, I. D., & Arce, i. G. (13 de 1 de 2016). <http://ing.unne.edu.ar/pub/Geotecnia/2k8-04-10/12-pi.pdf>.
- cilindros_hidraulicos. (1 de 2016). Obtenido de https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/local/ES/cilindros_hidraulicos/CH_cat_es.pdf.
- COCCO, I. M.-I.-I. (26 de Septiembre de 2015). <http://www.frro.utn.edu.ar/>. Obtenido de http://www.frro.utn.edu.ar:/repositowww.frro.utn.edu.arrio/catedras/mecanica/4_anio/electrotecnia_maquinas_electrica/TP6
- Consejo de Educación Técnico Profesional (Máquinas para trabajar la. (6 de junio de 2013). campusvirtual.edu.uy. Obtenido de <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Cepillo.pdf>
- Cortés, J. M. (25 de 10 de 2015). *Mecanizado de madera y derivados. MAMD0209*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=SOdst6wALFIC&pg=PT190&dq=Numero+de+revoluciones+de+los+cepillos+de+madera&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjsg5325q7JAhUM5CYKHTEjC8MQ6AEIGjAA#v=onepage&q=Numero%20de%20revoluciones%20de%20los%20cepillos%20de%20madera&f=false>
- Cruz, J. M. (29 de 06 de 2015). Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/416/1/CURADO%20Y%20PRESERVACION%20DE%20CA%C3%91A%20GUADUA%20SELECCIONANDO%20AGENTES%20Y.pdf>: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/416/1/CURADO%20Y%20PRESERVACION%20DE%20CA%C3%91A%20GUADUA%20SELECCIONANDO%20AGENTES%20Y.pdf>
- Delnero, I. A. (25 de 11 de 2015). *hidraulica*. Obtenido de <http://www.ing.unlp.edu.ar/aeron/laclyfa/Carpetas/Catedra/Archivos/Hidraulica%20A.pdf>
- DIPAC. (2 de 1 de 2015). www.dipac.com. Obtenido de www.dipac.com

eHow en español. (s.f.). http://www.ehowenespanol.com/tecnica-afilado-cuchillos-angulo-manera_348083/.

ENERPAC. (3 de 12 de 2015). www.enerpac.com. Obtenido de http://www.enerpac.com/sites/default/files/hv_mh_plv_v_e212e_es.pdf

Escuela de Ingenierías Industriales. (26 de Septiembre de Julio de 2011). *RESISTENCIA DE MATERIALES*. Obtenido de <http://www.eis.uva.es/>: http://www.eis.uva.es/reic/jc/IQweb/Docs_varios/apuntes_RMgrado.pdf

Estudio tecnologico de 104 maderas de los altos llanos occidentales. (s.f.). <https://books.google.com.ec/books?id=RZ3sAAAAMAAJ&q=angulo+que+deben+tener+las+cuchillas++de+las+cepilladoras+de+madera&dq=angulo+que+deben+tener+las+cuchillas++de+las+cepilladoras+de+madera&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWju7LvisP3KAhVIqR4KHepdBBEQ6AEITAI>.

Franco, M. L. (26 de Septiembre de 2015). <http://dspace.ups.edu.ec/>. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/>: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7531/1/UPS-GT000781.pdf>

Franco, T. C. (23 de 10 de 2015). dspace.espol.edu.ec. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6553/1/Dise%C3%B1o%20de%20una%20m%C3%A1quina%20para%20cepillar%20y%20machihembrar%20madera.pdf>

G, L. J. (Edición de enero 2011). El bambú es un gran material para construcciones vanguardistas. *Ecuador a colores*, 3.

Gutiérrez-González, M., & Takeuchi-Tam, C. P. (19 de 09 de 2015). <http://www.redalyc.org>. Obtenido de [/articulo.oa?id=84932139003](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84932139003)

Hidalgo, A. O. (s.f.).

INEC. (11 de 01 de 2016). Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>

ingemecanica. (9 de 12 de 2015). <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>. Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

Ivan Bohman. (s.f.).

IVAN BOHMAN C.A. (2010). *Materiales de Ingeniería*. En I. B. C.A. Guayaquil.

José Rodríguez Smith, E. V. (1 de 12 de 2015). www.dspace.espol.edu.ec. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2051/1/4100.pdf>

- L., A. A. (23 de 10 de 2015). *cybertesis*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fifp226d/dod/fifp226.pdf>
- L., A. A. (23 de 10 de 2015). *cybertesis.uach.cl*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fifp226d/doc/fifp226d.pdf>
- METABOMAQUINASCEPILLADORAS. (01 de 12 de 2015). *METABOMAQUINASCEPILLADORAS.pdf*. Obtenido de <http://www.sumiden.es/img/catalogo/METABOMAQUINASCEPILLADORAS.pdf>
- MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA. (16 de 12 de 2015). Obtenido de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/PROYECTO-PROGRAMA-NACIONAL-DE-VIVIENDA-SOCIAL-9nov-1.pdf>.
- monografias .com. (9 de 12 de 2015). [http://www.monografias.com/trabajos82/disenosistema-trasmision-polea-banda.shtml#ixzz3uOtAp1uW](http://www.monografias.com/trabajos82/disenosistema-trasmision-polea-banda/disenosistema-trasmision-polea-banda.shtml#ixzz3uOtAp1uW). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos82/disenosistema-trasmision-polea-banda/disenosistema-trasmision-polea-banda.shtml#ixzz3uOtAp1uW>
- monografias. (23 de 10 de 2015). *monografia.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos14/maq-herramienta/maq-herramienta.shtml#xzz3sWQ44R8s>
- Muñoz, A. A. (24 de 10 de 2015). *Users/User*. Obtenido de [file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-RugosidadSuperficialYPotenciaDeCorteEnElCepilladoD-3676710%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-RugosidadSuperficialYPotenciaDeCorteEnElCepilladoD-3676710%20(2).pdf)
- Nisbett, R. G.-J. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Mexico.Bogotá.Buenos Aires.Caracas.Guatemala.Lisboa.Madrid.Nueva York.San Juan.Santiago.Auckland.Londres.Milán.Motreal.Nueva Delhi.San Francisco.Singapur.San Luis.Sidney.Toronto: Octava edición.
- Ordóñez-Candelaria, V. R., & Bárcenas-Pazos, G. M. (2014). Propiedades físicas y mecánicas de tres especies de guaduas mexicanas (*Guadua aculeata*, *Guadua*. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 113.
- Ordóñez-Candelaria, V. R., & Bárcenas-Pazos, G. M. (2014). Propiedades físicas y mecánicas de tres especies de guaduas mexicanas (*Guadua aculeata*, *Guadua*.

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal,
113.

Parker. (27 de 1 de 2016). Obtenido de
literature/Vane_Pump/PDF%20Literature/Vane_PUMP_T7-ES.pdf:

http://www.parker.com/literature/Vane_Pump/PDF%20Literature/Vane_PUMP_T7-ES.pdf

Pazos, D. G. (9 de 10 de 2015). <http://www.conafor.gob.mx:8080>. Obtenido de
documentos/docs/18/3721Certificaci%C3%B3n%20de%20calidad%20de%20
Madera.pdf

Quintana2, V. R. (15 de 9 de 2015). *Consideraciones geométricas en la determinación de las propiedades en flexión estática de bambú*. Obtenido de
<http://www.scielo.org.mx/>: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712009000100007&script=sci_arttext

REGALADO, C. D. (15 de 10 de 2015). <http://repositorio.espe.edu.ec/>. Obtenido de
[bitstream/21000/5892/1/T-ESPE-034425.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5892/1/T-ESPE-034425.pdf)

Rodas, J. A. (26 de Septiembre de 2015).
<file:///C:/Users/usuario/Downloads/10521.pdf>. Obtenido de
<file:///C:/Users/usuario/Downloads/10521.pdf>.

Rolando, i. R. (01 de 13 de 2016). Obtenido de
http://www.academia.edu/7494134/3._TRABAJO_DE_SUELO_I_-_Limite_liquido_y_plastico.

SISTEMA HIDRÁULICOS. (6 de 12 de 2015). Obtenido de cursos.aiu.edu:
<http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%201.pdf>

VALDÉS, B. M. (28 de 09 de 2015). [http:// www.guadua inbar.pdf](http://www.guadua_inbar.pdf). Obtenido de
[http://guadua inbar.pdf](http://guadua_inbar.pdf)

VALDÉS, B. M. (3 de 09 de 2015). <http://www.guadua.biz>. Obtenido de
documentos/07.pdf

wikipedia. (3 de 12 de 2015). Obtenido de wikipedia.org:
https://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_antirretorno

X. Londoño. (26 de Septiembre de 2015). <http://www.itto.int/>. Obtenido de
<http://www.itto.int/>:

[http://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT_REPORTS/INFORME%20TAXO
NOMIA%20BAMB%C3%9A.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT_REPORTS/INFORME%20TAXO%20NOMIA%20BAMB%C3%9A.pdf)

Zapata, I. J. (26 de Septiembre de 2015). Diseño de Elementos de Maquinas 1. En I. J. Zapata, *Diseño de Elementos de Maquinas 1* (págs. 1- 50). Piura: Primera Edición. Obtenido de <http://www.eumed.net/>: <http://www.eumed.net/libros-gratis/ciencia/2013/14/14.pdf>

Anexos.

Visita al guadal en cantón Portoviejo de la parroquia de San Placido en sitio las Delicias del km 92 vía Quevedo





Tomando las coordenadas



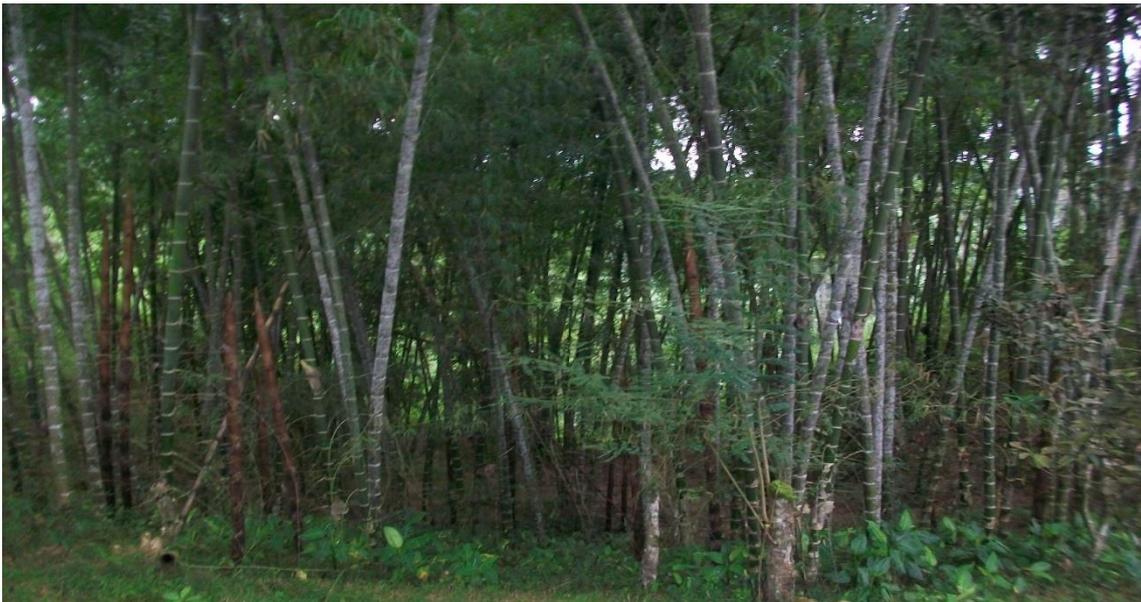
Preparación del terreno para hacer la calicata



Cañas hechas



Desprendimiento de las hojas caulinares



Manchones de guadua



Especímenes a estudiar





Medida de su diámetro



Medición de crecimiento de las guaduas



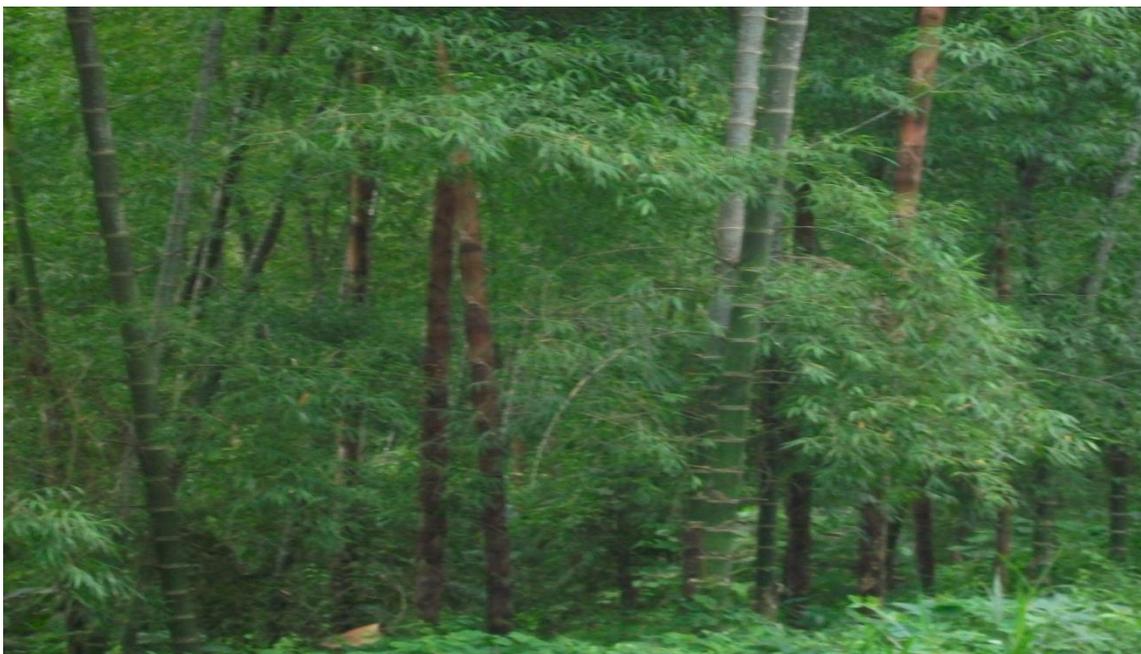
Proceso de podado





Diferentes rizomas de la caña





Cañas jóvenes



Corte de cañas hechas.



Limpieza de las cañas.





Brote de especímenes



Explicación para hacer los respectivos estudios de suelos



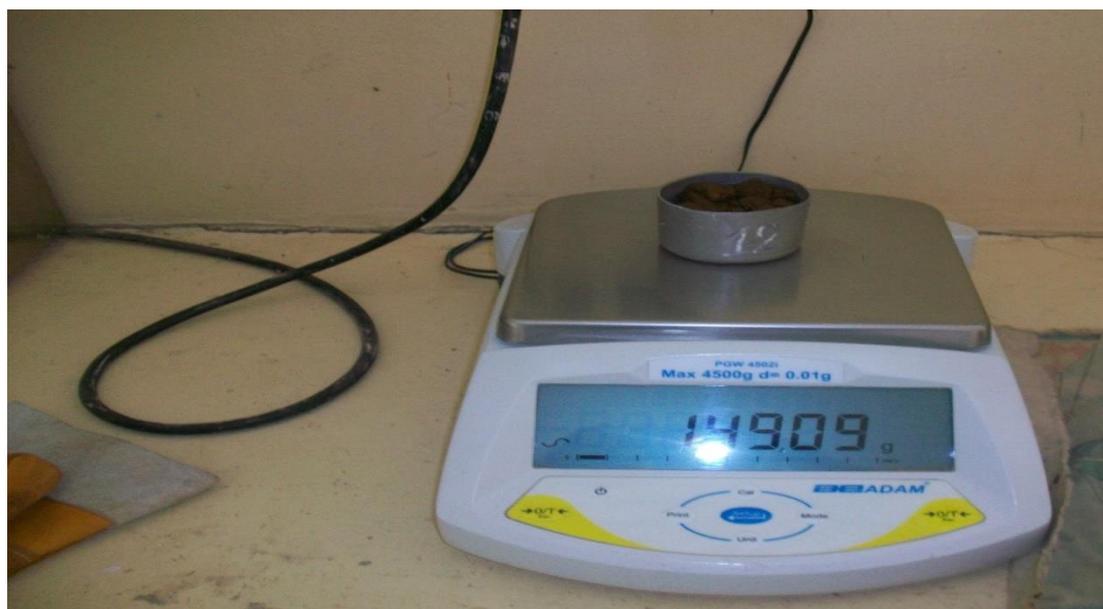
Muestra para granulometría



Lavado del material de granulometría



Preparación de material para humedad natural



Peso de la tara para humedad natural



Colocación de muestra de humedad natural en el horno



Peso del material para límite líquido y plástico



Corte de las cañas para el ensayo de compresión



Preparación de las muestra



Peso de las cañas



Máquina que se tomara para los ensayos de compresión



Preparación del equipo



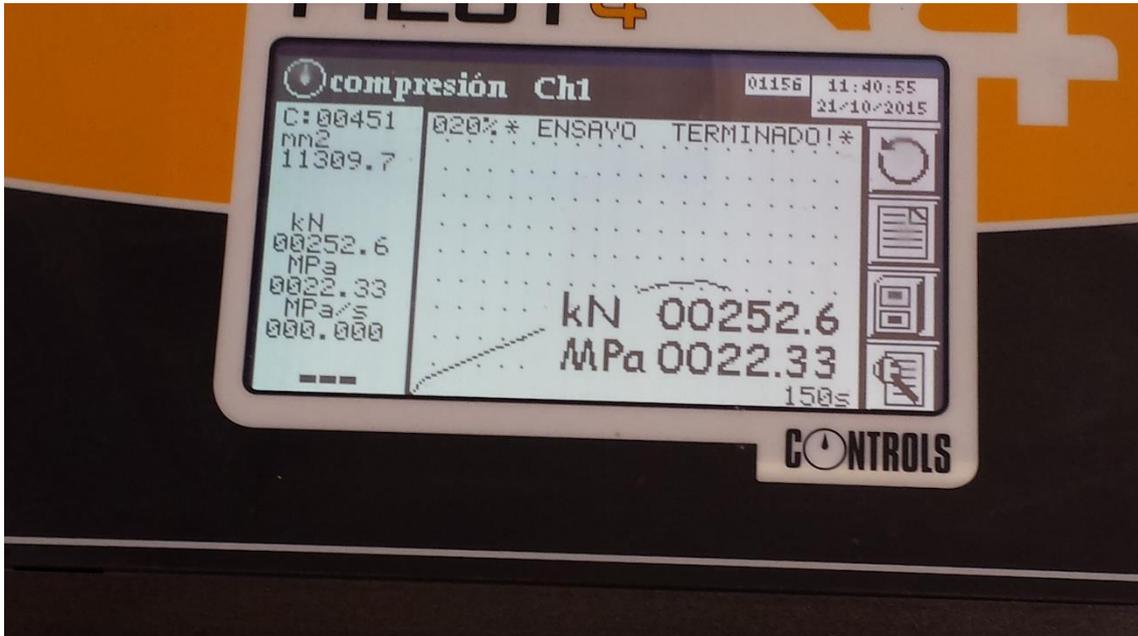


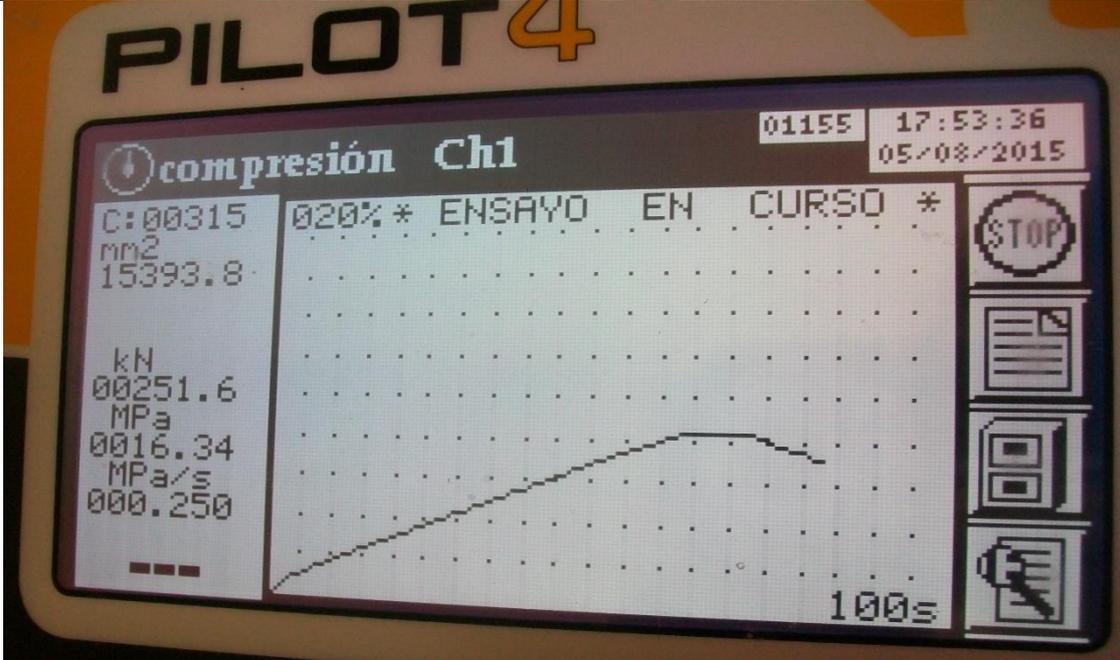
Muestras para el ensayo de compresión

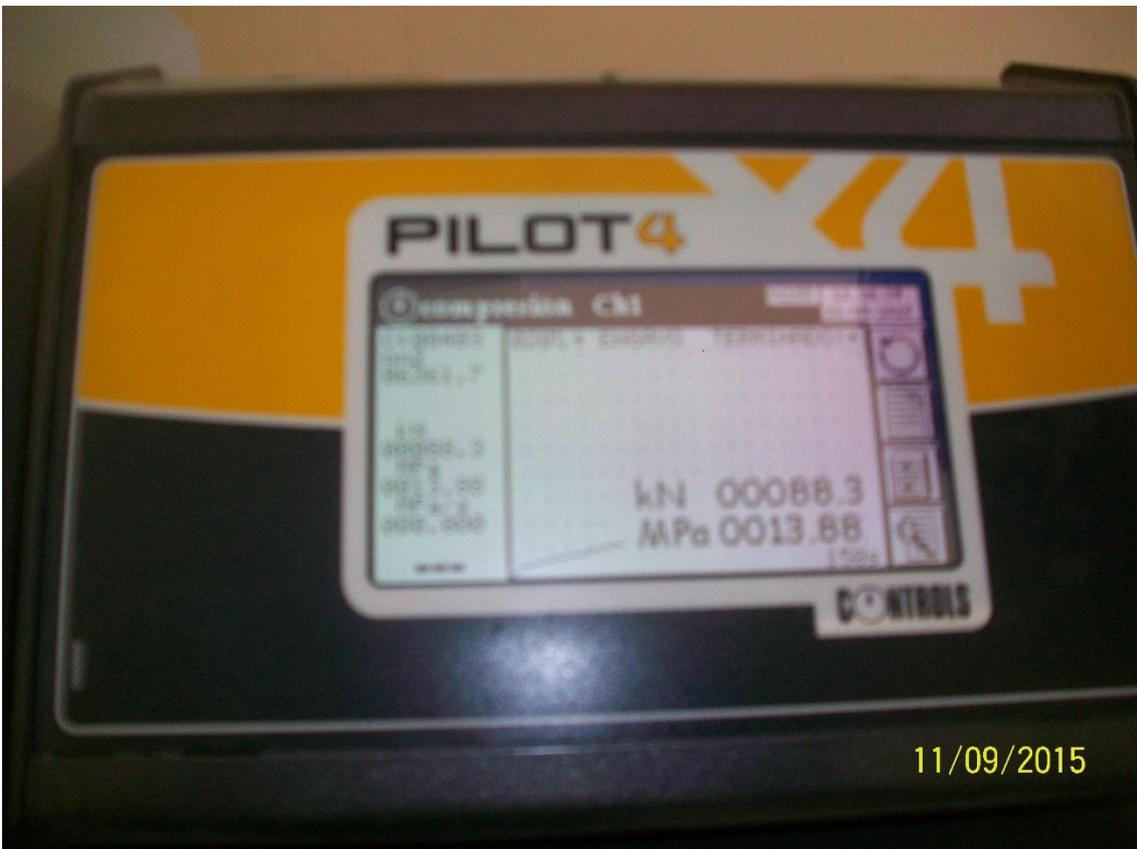


Ingreso de datos al sistema para ensayo de compresión

Resistencia de las probetas de las Delicias







Ensayo de compresión en curso



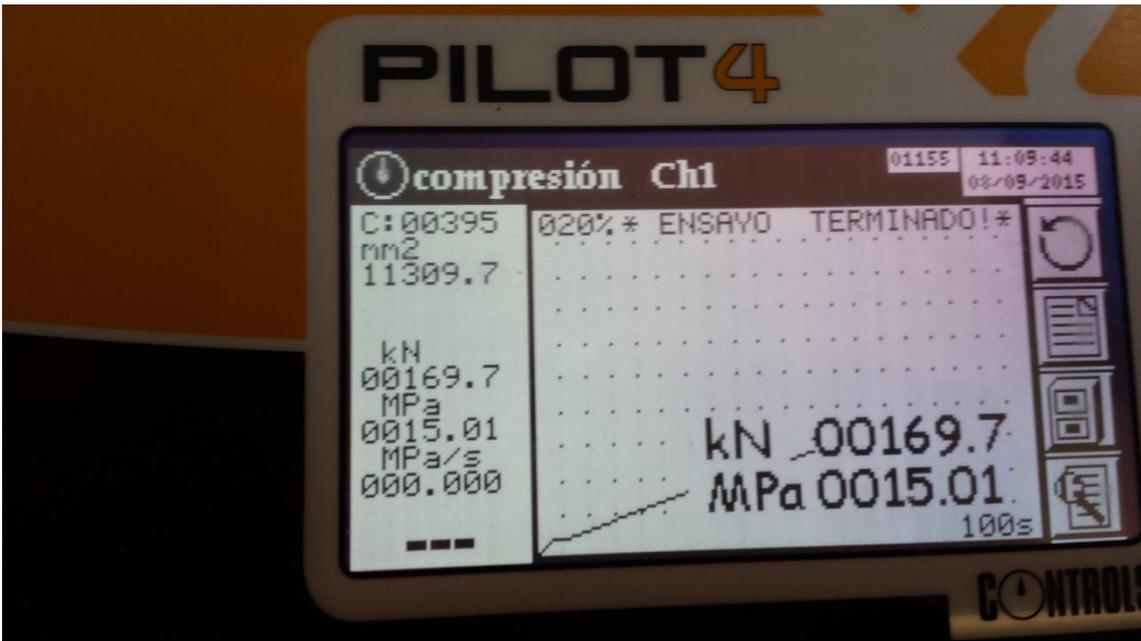
Colocación de la muestra a estudiar

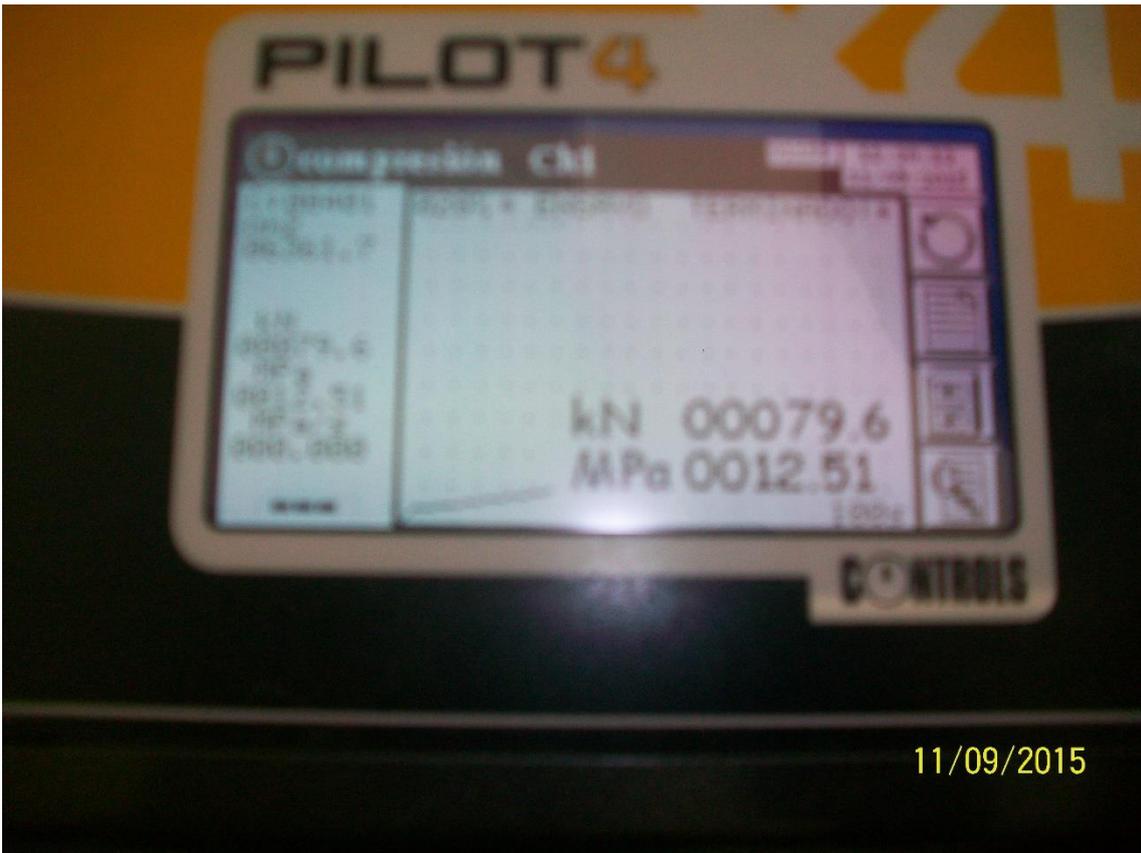


Toma de datos adquiridos



Muestra de los resultados de compresión de Riochico







Deformación de las probetas



Toma de resultados de los ensayos de compresión



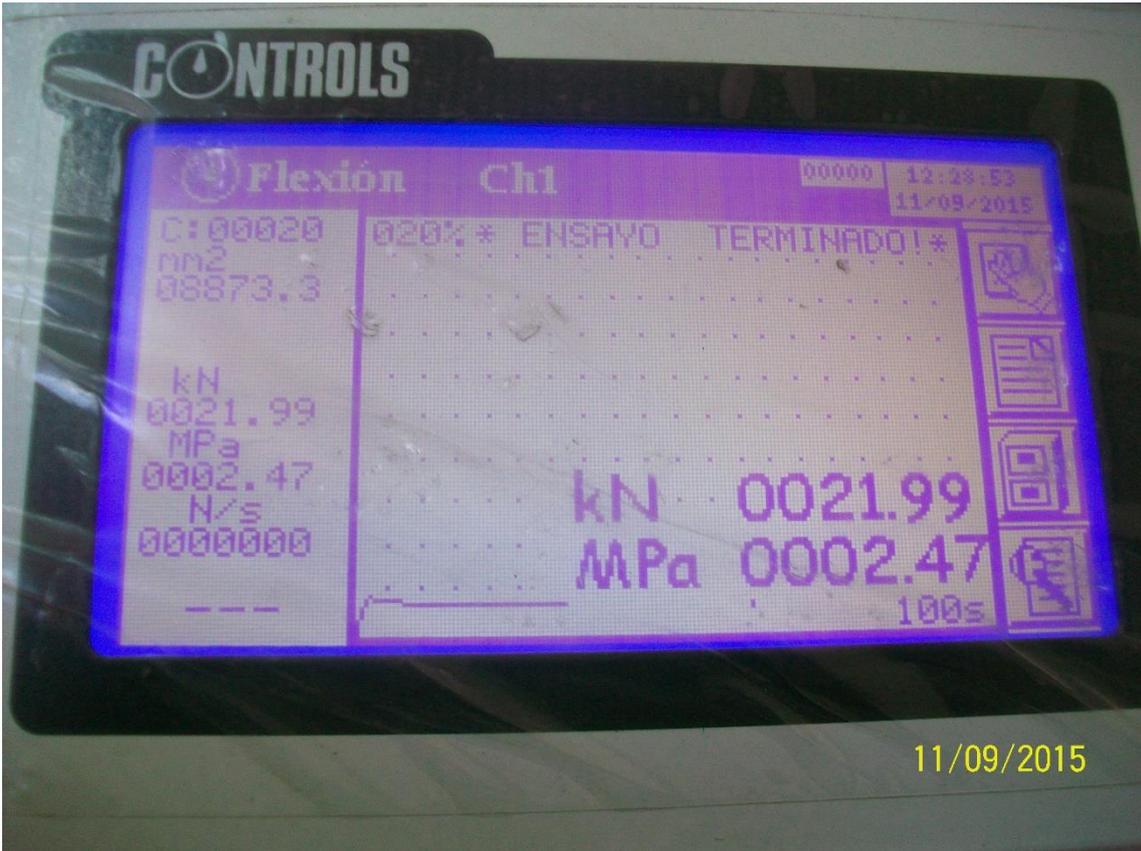
Falla de espécimen

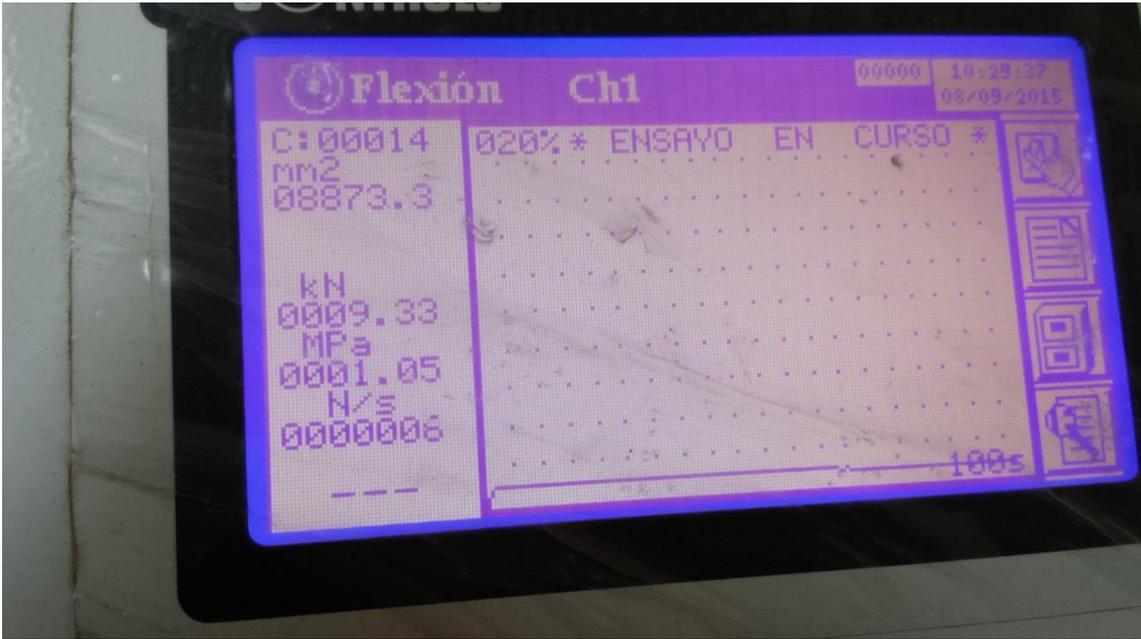


Ensayo de flexión en marcha

Resultados del ensayos de flexión









Deformaciones por la fuerza aplicada



Fallas.



Maquina Universal Néstor para Ensayo de tensión



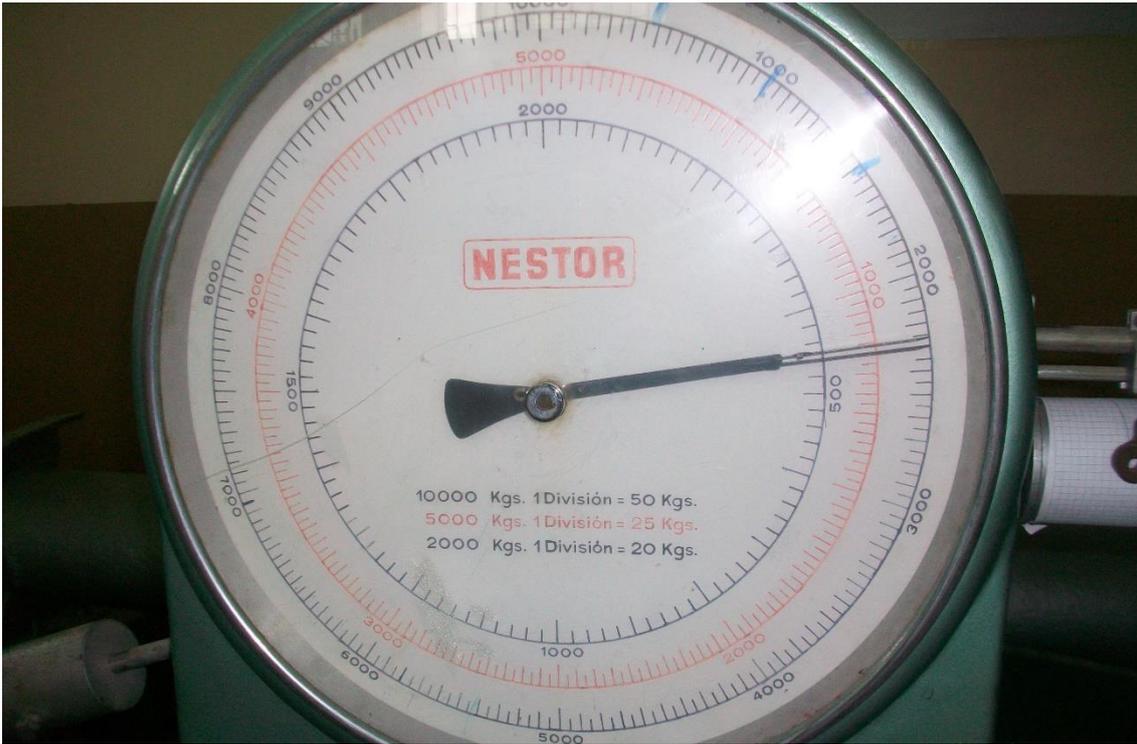




Medida de la estricción de la probeta



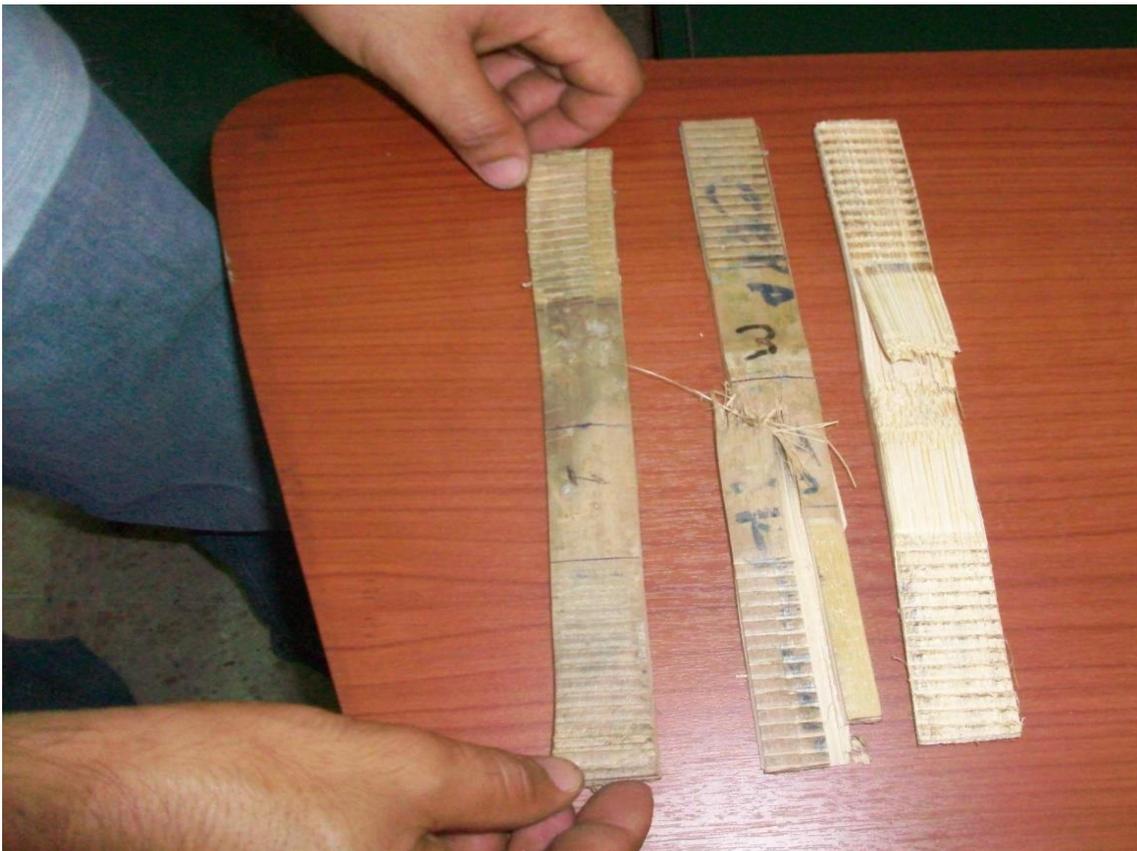
Toma de datos



Tomando resultados de resistencia



Compañeros de investigación



Fallas de las probetas

Portoviejo; 2016-02-05
cert. n° 015 Laboratorio de Geoteknia, Hormigones y Asfaltos - UTM

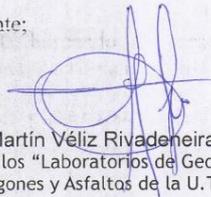
CERTIFICACIÓN

Yo, Martín Véliz Rivadeneira, en calidad de Jefe de los "Laboratorios de Geotecnia, Hormigones y Asfaltos de la Universidad Técnica de Manabí" certifico que:

los Srs. estudiantes MADRID TRIVIÑO ÁNGEL RONALD (c.c. 136206370-2), PÁRRAGA BAILÓN JONATHAN ANDRÉS (c.c. 131378033-8) y PONCE SALTOS LUIS ARMANDO (c.c. 080321982-3), han realizado ensayos de caracterización de suelo y ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión en nuestros laboratorios, ensayando muestras de caña guadua -del tipo "Angustifolia kunth"- aportadas por los interesados durante el periodo del 2015-06-10 al 2016-01-20, buscando las caracterizaciones de las propiedades físicas y mecánicas de las muestras para los siguientes objetivos:

- **MADRID TRIVIÑO, Ángel Ronald:** con vista al diseño de un prototipo de "**máquina canteadora y cepilladora**", para muestras oriundas de los cantones Olmedo y Santa Ana de la provincia de Manabí;
- **PÁRRAGA BAILÓN, Jonathan Andrés:** con vista al diseño de un prototipo de "**máquina enlatilladora**", para muestras oriundas del cantón Portoviejo de la provincia de Manabí;
- **PONCE SALTOS, Luis Armando:** con vista al diseño de un prototipo de "**máquina estirilladora**", para muestras oriundas del cantón Portoviejo de la provincia de Manabí.

Atentamente:



Ing. Mg. Martín Véliz Rivadeneira, Mg. C.O.V.
Jefe de los "Laboratorios de Geoteknia,
Hormigones y Asfaltos de la U.T.M."



Por la acreditación de la U.T.M. !

Universidad Técnica de Manabí

Deimcomsu