



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS**

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**Propuesta de Trabajo de Grado**

**TÍTULO DE LA PROPUESTA**

**Caracterización de la velocidad en la mesa vibratoria de tres grados de libertad**

**PROPONENTES**

Ricardo Rueda Martinez      1098764411

**DIRECTOR**

M.Sc Camilo Leonardo Sandoval Rodríguez

**Adscrito a**

Grupo de investigación en sistemas de energía automatización y control (G.I.S.E.A.C.)

**REFERENCIA AL COMITÉ**

Este proyecto se genera con el fin de poder caracterizar las velocidades de la mesa vibratoria de tres grados de libertad que se encuentra en las Unidades Tecnológicas de Santander de manera que se pueda extraer las diferentes frecuencias de oscilación y las amplitudes de ondas generadas en los movimientos vibratorios, utilizando un algoritmo en MATLAB

Bucaramanga

**Fecha de Presentación:** (25-04-2018)

## Tabla de contenido

<b>1.</b>	<b>FICHA TÉCNICA DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>2.</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>3.</b>	<b>DESCRIPCION DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>JUSTIFICACION .....</b>	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4</b>	<b>ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>11</b>
<b>3.5</b>	<b>MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>13</b>
<b>3.6</b>	<b>ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>3.7</b>	<b>METODOLOGÍA PROPUESTA .....</b>	<b>22</b>
<b>3.8</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>25</b>
<b>3.9</b>	<b>ESTRATEGIA DE DIVULGACIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>3.10</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>26</b>
<b>4.</b>	<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>28</b>
<b>5.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

## LISTA DE FIGURA

Figura 1: Mesa Vibratoria.....	13
Figura 2: Escala de Richter.....	16
Figura 3: Grafica amplitud y periodo.....	17 ¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Figura 4: Componentes de una onda.....	18
Figura 5: Amplitud y Frecuencia.....	19
Figura 6: Ejes del acelerometro.....	20

<b>1. FICHA TÉCNICA DE LA PROPUESTA</b>			
Título	Caracterización de la velocidad en la mesa vibratoria de tres grados de libertad		
Ricardo Rueda Martinez	1098764411	Rrm6477176@hotmail.com	3172772864
Nombre del grupo de investigación	G.I.S.E.A.C. (Grupo de investigación en sistemas de energía automatización y control)		
Línea de Investigación	Desarrollo de sistemas de control		
Director	Camilo Leonardo Sandoval Rodríguez		
Lugar de ejecución	Bucaramanga, Santander		
Duración	4 meses		
Modalidad	Propuesta de investigación		
Costo	Setecientos ochenta uno mil doscientos cuarenta idos (781.242)		
Palabras claves	Acelerómetro , diseñar ,sismo, velocidad y vibración		
Observaciones generales:			
Diligencie la siguiente información si corresponde a un trabajo de grado a desarrollar con una empresa, centro empresarial, gremio de producción u otra universidad. Se debe entregar carta de compromisos por parte de la empresa en dónde se especifique los requerimientos o actividades a desarrollar por el estudiante y nombre del responsable en la empresa de supervisar y asesorar al practicante.			
Nombre de la Empresa			
Representante Legal.			
Cédula de ciudadanía o NIT			
Dirección completa			
Ciudad / Departamento			
Teléfonos / Fax / Celular			
Correo electrónico			
Tipo de entidad			
Código del Convenio especial de colaboración			
Los abajo firmantes confirman que todos los datos incluidos en la presente propuesta son correctos y verídicos, que no incumplen ninguna ley ni norma vigente. Declaran que corresponde a las Unidades Tecnológicas de Santander la titularidad de los derechos patrimoniales sobre los productos intelectuales y creaciones obtenidas como resultado del presente trabajo de grado, teniendo en cuenta que este trabajo de grado es considerado una obra por encargo. El estudiante ostentará los derechos morales como autor y tendrá el respectivo reconocimiento académico.			
<p>_____</p> <p>Ricardo Rueda Martinez</p> <p>_____</p> <p>Camilo Leonardo Sandoval Rodríguez</p>			

## 2. RESUMEN EJECUTIVO

Una herramienta experimental para el estudio de los comportamientos estructurales bajo efectos sísmicos son las mesas vibratorias, las cuales tienen la propiedad de moverse por medio de una válvula hidráulica, neumática o mecánica que esta comandada por un sistema de control. Su única meta es evaluar los diferentes tipos de movimientos dinámicos que se generan en las estructuras.

Este proyecto Inicia porque la mesa vibratoria de tres grados de libertad, que se encuentra actualmente en las Unidades Tecnológicas de Santander carece de una descripción cuantitativa y cualitativa de sus diferentes velocidades, frecuencias de oscilación y las amplitudes de ondas que esta genera. Por tal motivo no se puede cuantificar, registrar, simular y extraer las diferentes frecuencias de oscilación y las amplitudes de ondas generadas en los movimientos vibratorios, al desarrollar un estudio estructural con la mesa vibratoria no se puede describir de una forma estructurada los datos lo cual con lleva aun sistematización de datos errónea.

Inicialmente se va a realizar el análisis de distintos textos y documentos investigativos, con el fin de formar una base conceptual de las medidas a adoptar que permitan un desarrollo eficiente de la temática a estudiar. Seguidamente se realizará una prueba piloto la cual se hará como una toma de datos de la mesa vibratoria de tres grados de libertad lo cual permitirá obtener los datos para realizar la caracterización de velocidades, Posteriormente se realizara un algoritmo en MATLAB utilizando la transformada de Fourier lo cual permitirá extraer las diferentes, velocidades, frecuencias de oscilación y las amplitudes de ondas generadas en los movimientos vibratorios.

El entregable será un informe final que permita la presentación de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto de investigación los cuales irán de acuerdo al cumplimiento de los objetivos.

### **3. DESCRIPCION DEL TRABAJO DE INVESTIGACION**

#### **3.1 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA**

Actualmente en las Unidades Tecnológicas de Santander, en la Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías, el programa académico de Ingeniería Electromecánica, cuenta con una mesa vibratoria a escala, con tres grados de libertad, la cual se le ha implementado un sistema de PLC, comunicación HMI y una válvula proporcional, esto nos permite tener un control sobre la velocidad del actuador en el eje Z.

La mesa vibratoria de tres grados de libertad en las Unidades Tecnológicas de Santander carece de un algoritmo que permita la caracterización de la onda de frecuencia tomada de los diferentes datos para varias amplitudes fijadas y distintas frecuencias, Por tal motivo no se puede cuantificar, registrar, simular o extraer las diferentes frecuencias de oscilación y las amplitudes de ondas generadas en los movimientos vibratorios,

La importancia de este proyecto permite estudiar el funcionamiento de la mesa vibratoria de tres grados de libertad de manera más precisa caracterizando sus velocidades para poder extraer sus diferentes frecuencias de oscilación y posteriormente sustituirlas al momento de realizar la simulación de los diferentes efectos a los cuales está sometido un material infraestructural a una carga dinámica.

De lo anterior surge la siguiente pregunta ¿Cómo se puede caracterizar las velocidades de la mesa vibratoria de tres grados de libertad para cuantificar, registrar y simular, las diferentes frecuencias de oscilación y amplitudes de onda generadas en los movimientos vibratorios?



## 3.2 JUSTIFICACION

A razón de la necesidad generada se optó por caracterizar las velocidades de la mesa vibratoria de tres grados de libertad utilizando un algoritmo en MATLAB, el cual permitirá simular las diferentes frecuencias de oscilación y amplitudes de onda generadas en los movimientos vibratorios con el fin de cuantificar en que instante se encuentra el mayor efecto de concentración de energía, aceleraciones, velocidades y amplitudes de frecuencia.

Este algoritmo en MATLAB en un futuro dará la facilidad de caracterizar las velocidades de la mesa vibratoria, lo cual permitirá el estudio de este fenómeno tomando parámetros controlados en un experimento dado.

### **3.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO INVESTIGATIVO**

#### **3.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar las velocidades de vibración de la mesa vibratoria de tres grados de libertad utilizando un algoritmo en MATLAB, el cual permita cuantificar, registrar, simular y extraer las diferentes frecuencias de oscilación y las amplitudes de ondas generadas en los movimientos vibratorios.

#### **3.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desarrollar la experimentación que permita evaluar las características de las vibraciones mecánicas de la mesa vibratoria de tres grados de libertad con respecto a las velocidades de vibración, mediante la aplicación de una técnica de diseño y análisis de experimentos
- Extraer descriptores de las señales de la mesa vibratoria de tres grados de libertad utilizando un algoritmo en MATLAB con el fin de extraer las diferentes frecuencias de oscilación.
- Establecer el grado de diferencias de las velocidades de la mesa vibratoria de tres grados de libertad utilizando métrica euclidiana.

### **3.4 ESTADO DEL ARTE/ANTECEDENTES**

**“Evaluación del diseño de una pequeña mesa vibratoria para ensayos en ingeniería sismo-resistente”, (Julián carrillo, 2013)**

“Aunque actualmente no es posible predecir un sismo, sí se pueden minimizar sus efectos mediante la construcción de estructuras sismo-resistentes. Las técnicas de análisis y diseño de estructuras sismo-resistentes pueden ser de tipo determinista o probabilista. Dentro de las herramientas deterministas más utilizadas están los modelos matemáticos, los cuales se validan a partir de la comparación con resultados medidos en experimentos. Sin embargo, este método no puede tener en cuenta todos los efectos aleatorios que se presentan en un sismo real, por lo que son denominados modelos idealizados. Para complementar la técnica determinista se han desarrollado métodos experimentales que permiten estudiar los efectos de los sismos sobre las construcciones, tales como ensayos dinámicos en mesas vibratorias, ensayos pseudo-dinámicos y cuasi-estáticos que usualmente utilizan un marco de carga o un muro de reacción.”, (Julián carrillo,2013).

**“Diseño de un simulador sísmico”, (Pedro Francisco Lozano Vallés, 2013)**

“Los terremotos son fenómenos de la naturaleza que pueden provocar grandes daños, aunque España no es uno de los países con más riesgo de que se produzca un gran terremoto hay constancia de que se han dado terremotos de gran magnitud, el último y más reciente fue el producido en Lorca el 11 de mayo de 2011. Desde que se dispone de la tecnología necesaria para registrar los sismos, estos han sido estudiados, lo que ha

podido permitir la mejora en infraestructuras de tal manera que se puedan minimizar los daños tanto materiales como los irreparables daños personales. La simulación ha sido una parte muy importante de la ingeniería y que ha permitido su desarrollo en gran medida. “Una simulación es la imitación de un proceso mediante el uso de otro proceso”, por lo tanto la clave está en hacer un modelo de un sistema real que sea una representación que siga ciertas relaciones matemáticas y lógicas necesarias para describir el comportamiento y la estructura del sistema complejo a estudiar.” (Pedro Francisco Lozano Vallés, 2013)

### 3.5 MARCO REFERENCIAL

#### 3.5.1. Marco teórico

##### 3.5.1.1 Mesa vibratoria

Para realizar ensayos de comportamiento sísmico se utiliza una mesa vibratoria la cual es una plataforma con una capacidad de colocar una estructura real o una escala la cual es afectada por una prueba sísmica en la cual se mide la respuesta de la estructura a este fenómeno.

El movimiento de la mesa vibratoria se realiza por medio de una válvula hidráulica, eléctrica, mecánica o neumática cuya apertura es comandada por un sistema de control. Este decodifica la señal del movimiento requerido proveniente de un equipo como un PC o un PLC y la transforma en una señal eléctrica para regular la apertura de la válvula y de esta forma controla el movimiento de la mesa.

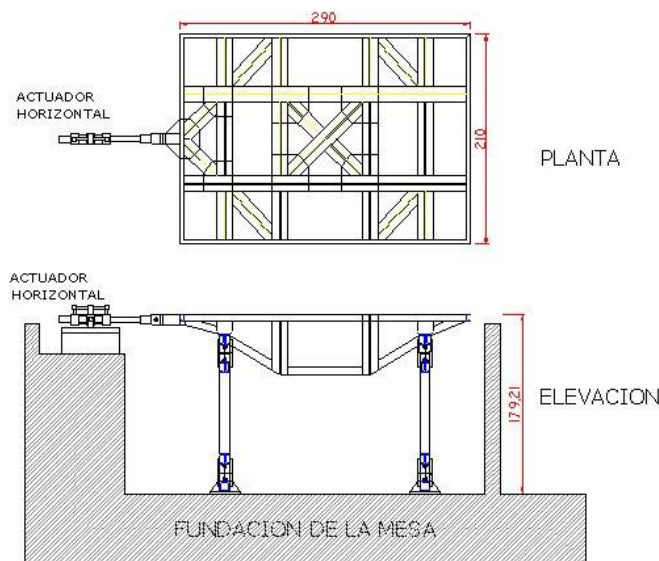


Figura 1: Mesa Vibratoria

Fuente: Quanser

### **3.5.1.2 Ensayos cuasi estáticos**

“La estructura de prueba es sometida normalmente a una velocidad lenta en comparación con las velocidades de deformación esperables durante un terremoto. Para materiales convencionales como el acero, el hormigón o la mampostería, el hecho de realizar una prueba a baja velocidad no cambia considerablemente los resultados y a cambio permite obtener mejor calidad en el control de la historia impuesta, además de una mejor toma de mediciones. El tipo de actuadores que se utilizan en estos ensayos son hidráulicos y normalmente su servo válvula es controlada por un regulador.”

(Pedro Francisco Lozano Vallés, 2013)

### **3.5.1.3 Ensayos en mesa vibrante**

“Estos nos permiten introducir una verdadera excitación dinámica en la base que pueda recrear con gran fidelidad los parámetros de un terremoto. En general consiste de una plataforma rígida que movida por una serie de actuadores hidráulicos o eléctricos controlados de tal manera que reproduzcan la historia de un terremoto determinado. Podemos encontrar mesas con uno dos y hasta tres grados de libertad incluso combinados con hasta tres grados de libertad de rotación. Este método proporciona en principio la técnica más realista para el ensayo sísmico de estructuras, debido a que la excitación que se produce en el modelo es realmente la que se produciría por un terremoto, siendo superior los resultados al ensayo estático. Sin embargo, debido a que es un método de ensayo dinámico que intenta ser tan realista nos encontramos con la problemática en primer lugar de que existen limitaciones físicas en los desplazamientos máximos y la

fuerza máxima que vienen dados por los actuadores. Otra dificultad implícita está en la medida de fuerzas o desplazamientos que siendo ahora variables dinámicas.” (Pedro Francisco Lozano Vallés, 2013)

#### **3.5.1.4 Ensayos seudodinámicos**

“Este tipo de ensayo es una clase especial del ensayo cuasi estático en el cual se imponían lentamente los desplazamientos en distintos puntos de la estructura. La diferencia con este es que los desplazamientos no son conocidos antes de la prueba, sino que se calculan durante esta con el ordenador en línea mediante un proceso de integración paso a paso, al igual que se haría en la simulación de la respuesta sísmica con un modelo de elementos finitos, el tiempo se discretiza en incrementos regulares. En general, podemos decir que cuando el problema es la predicción de la respuesta sísmica de una estructura mediante un modelo numérico y el objetivo sísmico a realizar es solo la mejora de dicho modelo, el ensayo estático ofrecerá unos buenos resultados además de presentar unos bajos costes.” (Pedro Francisco Lozano Vallés, 2013)

### 3.5.2. MARCO CONCEPTUAL

#### 3.5.2.1 Sismo

Estos fenomenos naturales se producen por el choque de las placas tectonicas, esta colision genera la liberacion de energia mientras la corteza terrestre alcanza un equilibrio mecanico. Una de las principales causas de los sismos es una falla activa la cual libera energia potencial acumulada y genera grandes temblores, las principales consecuencias que puede traer un sismo son las rupturas del suelo, incendios de diverda gravedad, maremotos o tsunamis y deslizamientos de tierra.

La escala logaritmica mas habitual que se utiliza para cuantificar la energia que libera un sismo y los efectos de un sismo son la escala sismologica de ritcher.

MMI	Aceleración (%g) (PGA)	Vibración percibida	Daño potencial
I	< 0.17	No se siente	Ninguno
II	0.17 - 1.4	Débil	Ninguno
III	0.17 - 1.4	Débil	Ninguno
IV	1.4 - 3.9	Ligero	Ninguno
V	3.9 - 9.2	Moderado	Muy ligero
VI	9.2 - 18	Fuerte	Ligero
VII	18 - 34	Muy fuerte	Moderado
VIII	34 - 65	Severo	Moderado a fuerte
IX	65 - 124	Violento	Fuerte
X	> 124	Extremo	Muy fuerte
XI	> 124	Extremo	Muy fuerte
XII	> 124	Extremo	Muy fuerte

Figura 2: Escala de Richter

Fuente: FEMA



### 3.5.2.2 Frecuencia

Es la cantidad de veces que un proceso periódico se repite por unidad de tiempo. El Sistema Internacional señala que las frecuencias se miden en Hertz (Hz), la frecuencia tiene una relación inversa con el concepto de longitud de onda, a mayor frecuencia menor longitud de onda y viceversa.

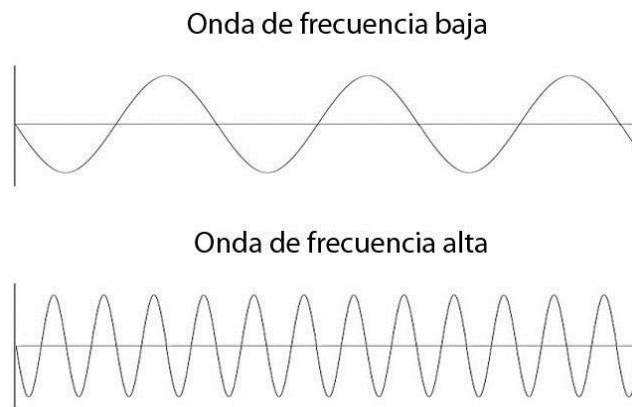


Figura 3: Frecuencia alta y baja

Fuente: ingeniería electrónica

### 3.5.2.3 Amplitud

Es una medida de la variación máxima del desplazamiento que varía periódicamente en el tiempo, es la distancia más alejada de una onda y su punto de equilibrio.

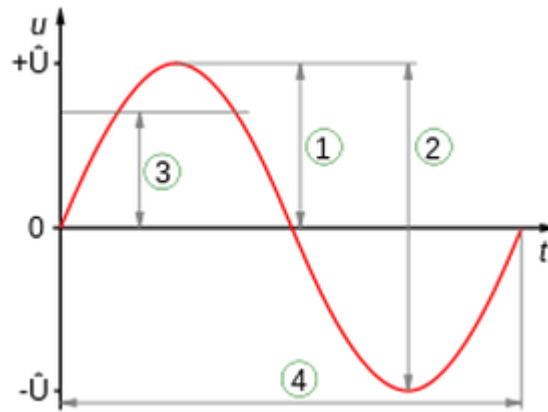


Figura 4: Componentes de una onda  
Fuente: ingeniería electrónica

- 1 = Amplitud,
- 2 = Amplitud de pico a pico,
- 3 = Media cuadrática,
- 4 = Periodo.

### 3.5.2.4 Periodo

El periodo es el tiempo mínimo que separa dos instantes en los que el sistema se encuentra en el mismo estado. En términos más simples es el tiempo que transcurre un ciclo de onda en volver a comenzar, El periodo es inverso a la frecuencia por lo tanto está relacionado a la fórmula de velocidad

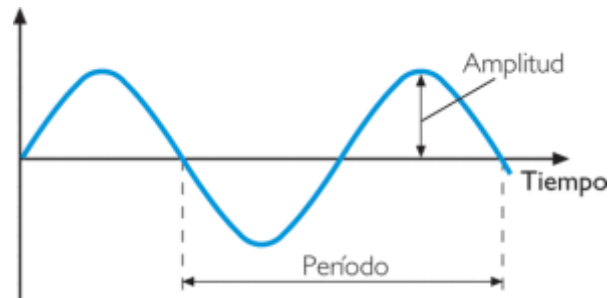


Figura 5: Grafica amplitud y periodo

Fuente: Parámetros de movimiento

### 3.5.2.5 Vibraciones mecánicas

Una vibración mecánica puede describirse como el movimiento de un cuerpo sólido alrededor de una posición de equilibrio, sin que se produzca desplazamiento "neto" del mismo. Si el objeto que vibra entra en contacto con alguna parte del cuerpo humano, le transmite la energía generada por la vibración. Esta energía es absorbida por el cuerpo y puede producir en él diversos efectos, que dependen de las características de la vibración.

### 3.5.2.6 Velocidad

La velocidad es una magnitud física que expresa el recorrido de un objeto en una unidad de tiempo. Las aplicaciones de la velocidad, con el uso de Cálculo, es una herramienta fundamental en física e ingeniería, extendiéndose en prácticamente todo fenómeno que implique cambios de posición respecto del tiempo.

### 3.5.2.7 Aceleracion

La aceleracion es una magnitud vectorial que nos indica la variacion de la velocidad por unidad del tiempo, Sus unidades en el sistema internacional es  $m/s^2$ , el signo de la aceleración indica la dirección de la misma. Una aceleración positiva indica que la aceleración es en dirección al movimiento del objeto. La aceleración negativa indica que la misma es en dirección opuesta al movimiento del objeto.

### 3.5.2.8 Acelerometro

Los acelerómetros o sensores de aceleración, están diseñados para realizar una medida de aceleración o vibración, proporcionando una señal eléctrica según la variación física, en este caso la variación física es la aceleración o la vibración.

Los rangos de medida son diversos, desde 1 g, hasta los miles de g's. Respecto al rango de frecuencia disponible, hay acelerómetros que parten de 0 Hz, para medida de bajas frecuencias, acelerómetros que llegan hasta los miles de Hz para altas frecuencias de vibración.

Existen diversos tipos y diseños que aunque todos tienen el mismo fin pueden ser muy distintos unos de otros según la aplicación a la cual van destinados y las condiciones en las que han de trabajar.

- Mecánicos

- Capacitivos
- Piezo eléctricos
- Piezo resistivos
- Térmicos

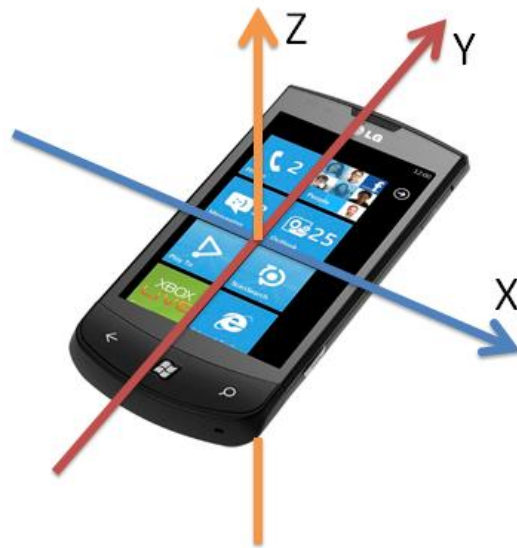


Figura 6: Ejes del acelerómetro

Fuente: Autor

### 3.5.2.9 Transformada de fourier

Una transformada de Fourier es una operación matemática que transforma una señal de dominio de tiempo a dominio de frecuencia y viceversa. Estamos acostumbrados a señales con dominio de tiempo en la vida cotidiana. En el dominio de tiempo, la señal se expresa con respecto al tiempo.

### **3.6 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN**

La alternativa de solución para este proyecto de investigación es caracterizar las velocidades utilizando un algoritmo en MATLAB que utilice la transformada de Fourier para poder cuantificar, registrar, simular y extraer las diferentes frecuencias de oscilación y las amplitudes de ondas generadas en los movimientos vibratorios.

### **3.7 METODOLOGÍA PROPUESTA**

Para el desarrollo del proyecto de grado se planteó una metodología de las cuales en resumen son con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados.

Es un proyecto de corte experimental aplicado, el requerimiento de hacer pruebas para poder validar sus resultados. Se replica un fenómeno concretamente y se observa el grado en que las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado permitiendo establecer diferentes hipótesis y contrastarlas a través de un método científico. Simultáneamente es un proyecto de tipo descriptivo porque tiene que describir la realidad de las diferentes situaciones que se presentan en el proyecto en las cuales se examinan las características como velocidades, amplitudes de onda y frecuencias de oscilación de la mesa vibratoria de tres grados de libertad. Por lo tanto para la recolección de información del proyecto se establecen las siguientes fases tales como:

## **1. FASE**

### **1.1. LIMITACION DEL AREA DE OBJETO DE ESTUDIO**

Con el fin de formar una base conceptual de las medidas a adoptar que permitan un desarrollo eficiente de la temática a estudiar se limita el objeto de estudio.

### **1.2. REVISIÓN DOCUMENTAL**

Inicialmente va a corresponder a la lectura y análisis de distintos textos y documentos investigativos, correspondientes a la temática del proyecto investigativo el cual es la caracterización de velocidades de las mesas vibratorias.

## **2. FASE**

### **2.1. DISEÑO DEL ALGORITMO EN MATLAB**

Inicialmente se realizara el algoritmo en MATLAB con el fin de evaluar las características de las vibraciones mecánicas, extrayendo los descriptores de las señales de la mesa para poder establecer un grado de diferencia de las velocidades con el fin de poder cuantificar, registrar, simular y extraer las diferentes frecuencias de oscilación y las amplitudes de ondas generadas.

### **2.2. TOMA DE DATOS**

Seguidamente se va a realizar pruebas pilotos con la mesa vibratoria de tres grados de libertad con el fin de poder tomar los datos por medio del acelerómetro y estos datos se exportaran a un algoritmo generado en MATLAB.

### **3. FASE**

#### **3.1 PRUEBAS CON EL ALGORITMO DE MATLAB.**

Se va a realizar pruebas utilizando los datos exportados al algoritmo de matlab en la fase 2 con el fin de extraer las diferentes frecuencias de oscilación y las amplitudes de ondas generadas por la mesa vibratoria de tres grados de libertad.

### **4. FASE**

#### **4.1 ENTREGABLE FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

Es la elaboración de un informe final que permitirá la presentación de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto investigativo, los cuales habrán cumplido satisfactoriamente con los objetivos planteados.



### **3.8 RESULTADOS ESPERADOS**

El fin de este proyecto investigativo es proporcionar una herramienta que facilite el estudio, el análisis y la caracterización de las velocidades de la mesa vibratoria de tres grados de libertad, utilizando un algoritmo en MATLAB que permita extraer las características de las señales de vibración.

### **3.9 ESTRATEGIA DE DIVULGACIÓN**

La estrategia que se implementara para la divulgación de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación es presentar un informe final con la información de todas las actividades desarrolladas durante la ejecución del proyecto.

### 3.10 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES		AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
		SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
FASE 1	Identificación y limitación del área de objeto de estudio.																
	Recopilación información documental sobre caracterización de velocidades de mesas vibratorias																
FASE 2	Diseño del algoritmo en MATLAB, utilizando la transformada de fourier																
	Toma de datos y organización estadística de estos																

<b>FASE 3</b>	Pruebas con el algoritmo de MATLAB y extracción de las características de las velocidades																		
<b>FASE 4</b>	Entregable final del proyecto de investigación.																		

#### 4. PRESUPUESTO

Tabla 1. Presupuesto global

<b>Presupuesto global de la propuesta por fuentes de financiación (en miles de pesos)</b>			
<b>Rubros</b>	<b>Fuentes</b>		<b>Total</b>
	<b>U.T.S *</b>	<b>Contrapartida*</b>	
Talento humano	30	10	40
Materiales y equipos	10	10	110
Software	50	10	60
Servicios técnicos	50	0	50
Varios	10	10	20
<b>TOTAL</b>	<b>240</b>	<b>40</b>	<b>280</b>

Tabla 2. Presupuesto de Talento humanos

<b>Descripción de los gastos de talento humano (en miles de pesos)</b>				
<b>Investigador /auxiliar</b>	<b>Formación</b>	<b>Función</b>	<b>Dedicación</b>	<b>Total</b>
Camilo Leonardo Sandoval Rodríguez		Director	2 horas	560
Ricardo Rueda Martínez	Tecnologo electromecanico	Investigador	24 horas	600
<b>TOTAL</b>				<b>1160</b>

Tabla 3. Presupuesto materiales y equipos

<b>Descripción de los materiales y equipos que se planean adquirir (en miles de pesos)</b>				
<b>Material / equipo</b>	<b>Justificación</b>	<b>Recursos</b>		<b>Total</b>
		<b>U.T.S *</b>	<b>Contrapartida*</b>	
Computador		30	5	35
Celular		40	0	40
<b>TOTAL</b>		<b>70</b>	<b>5</b>	<b>75</b>

Tabla 4. Presupuesto software

<b>Descripción del software requerido (en miles de pesos)</b>				
<b>Software</b>	<b>Justificación</b>	<b>Recursos</b>		<b>Total</b>
		<b>U.T.S *</b>	<b>Contrapartida*</b>	
MATLAB		30	50	80
<b>TOTAL</b>		30	50	80

Tabla 5. Presupuesto servicios técnicos

<b>Descripción de los servicios técnicos requeridos (en miles de pesos)</b>				
<b>Servicio</b>	<b>Justificación</b>	<b>Recursos</b>		<b>Total</b>
		<b>U.T.S *</b>	<b>Contrapartida*</b>	
Mantenimiento general al computador		20	100	120
Mantenimiento general al celular			100	100
<b>TOTAL</b>		20	200	220

Tabla 6. Presupuesto de gastos varios

<b>Descripción de los gastos varios (en miles de pesos)</b>				
<b>Varios</b>	<b>Justificación</b>	<b>Recursos</b>		<b>Total</b>
		<b>U.T.S *</b>	<b>Contrapartida*</b>	
Transporte		40	50	90
Alimentacion		50	70	120
<b>TOTAL</b>		90	120	210

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Julián carrillo, Evaluación del diseño de una pequeña mesa vibratoria para ensayos en ingeniería sismo-resistente,  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v23n1/v23n1a06.pdf>
- Luis Antonio Bautista Hernández, Mesa vibratoria para la simulación de movimientos sísmicos en una dirección,  
[http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_40/recursos/02\\_v07\\_12/revista\\_11/16112011/v11\\_09.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_40/recursos/02_v07_12/revista_11/16112011/v11_09.pdf), enero 2008
- Luis Zapico Valle, Ensayo sísmico de estructuras,  
<http://revistas.ucm.es/index.php/FITE/article/viewFile/FITE9999110285A/12107,1999>.
- Pedro Francisco Lozano Vallés diseño de un simulado sísmico  
<http://repositorio.ual.es:8080/bitstream/handle/10835/2642/Trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, noviembre 2013