

MEDICION DEL DIAMETRO DE CAMPO EN UNA FIBRA MONO-MODO

EDUWIN ARISTIZABAL GARCIA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE TECNÓLOGO EN  
TELECOMUNICACIONES

ASESOR

NELSON DARIO GOMEZ CARDONA

Ingeniero físico, docente de carrera

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO (ITM).

FACULTAD DE INGENIERÍAS, DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES.

COLOMBIA

2015

## TABLA DE CONTENIDO

Pag

Contenido	
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	3
<b>LISTA DE ECUACIONES</b> .....	3
<b>lista de anexos</b> .....	4
<b>GLOSARIO</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>INTRODUCCION</b> .....	5
<b>1. Formulacion del problema</b> .....	6
<b>2. JUSTIFICACION</b> .....	7
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	8
<b>4. DELIMITACION</b> .....	9
<b>5. DESCRIPCION DE LA PACTICA O DE LA INTERVENCION TECNLOGICA</b> 14	
<b>6. ALCANCES O METAS</b> .....	16
<b>7. MARCO TEÓRICO</b> .....	17
<b>8. METODOLOGÍA</b> .....	25
<b>9. aspectos administrativos</b> .....	27
<b>10. resultados y conclusiones</b> .....	29
<b>11. RECONOCIMIENTOS</b> .....	34
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	34
<b>ANEXOS</b> .....	36

## LISTA DE FIGURAS

Pag

Figura 1: partes de la fibra óptica.....	17
Figura 2: Diagrama esquemático del montaje experimental para la medición del diámetro del campo modal en campo lejano usando un foto-detector.....	21
Figura 3: Diagrama esquemático del montaje experimental para la medición del diámetro del campo modal en campo lejano usando una cámara CCD. ....	21
Figura 4: Distribuciones espaciales del perfil de la intensidad de campo eléctrico medidas usando la técnica de campo lejano. (a) posiciones angulares positivas. (b) Posiciones angulares negativas. ....	29
Figura 5: Imagen de la salida de la fibra óptica y los correspondientes perfiles en X y Y tomados a partir del punto de máxima intensidad. ....	31
Figura 6: (a) Perfil de intensidad en X, Perfil de intensidad en Y, y perfil de intensidad promedio. (b) Perfil de intensidad promedio y ajuste a una función Gaussiana.....	31

## LISTA DE ECUACIONES

Pag

Ecuación 1.....	17
Ecuación 2.....	18
Ecuación 3.....	18
Ecuación 4.....	19
Ecuación 5.....	19
Ecuación 6.....	19
Ecuación 7.....	20

## LISTA DE ANEXOS

TABLA 1: Guía N°1 .....	36
TABLA 2: GUÍA N°2.....	37
TABLA 3: GUÍA N°3.....	38
TABLA 4: Guía N°4.....	39
TABLA 5: GUÍA N°4.....	40
TABLA 6: hoja de vida .....	41
TABLA 7: hoja de vida .....	42
TABLA 8: hoja de vida .....	43
TABLA 9: Información trabajo de grado .....	44
TABLA 10: Información trabajo de grado .....	45
TABLA 11: Información Académica .....	46
TABLA 12: Información Académica .....	47
TABLA 13: Carta de divulgación .....	48
TABLA 14: Carta de divulgación .....	49
TABLA 15: registro de actividades y cumplimiento de horas .....	50
TABLA 16:registro de actividades y cumplimiento de horas .....	51
TABLA 17: Carta de terminación de PRÁCTICAS .....	52

## INTRODUCCION

En la actualidad, la fibra óptica es el medio de transmisión más importante en los sistemas de telecomunicaciones, ya que sus características de propagación de la luz la hacen eficiente para el transporte de señales en velocidades cercanas Terabits/segundo, en distancias que superan los miles de kilómetros. Dichas características dependen de parámetros de transmisión, como la atenuación y la dispersión cromática, y parámetros geométricos propios de la fibra, como la frecuencia normalizada, el diámetro del campo modal, el factor de confinamiento, entre otros. Estos deben ser establecidos desde el diseño de la fibra óptica, y deben ser cuidadosamente medidos durante su fabricación y aun después de ser instaladas con el fin de garantizar un desempeño óptimo.

Uno de los principales problemas que afectan la eficiencia de la transmisión en un medio de transmisión basado en fibras ópticas son las pérdidas de señal. El parámetro geométrico relacionado con estas pérdidas es el diámetro de campo modal, el cual es de fundamental importancia y debe ser considerado cuando existe una unión entre fuente de luz y la fibra óptica, entre dos fibras ópticas incluso cuando se involucran dispositivos ópticos dentro de un enlace de fibra óptica.

La técnica de campo lejano, empleada en este trabajo, permite el análisis de la distribución del campo electromagnético de modo fundamental transmitido dentro de una fibra mono-modo.

## 1. FORMULACION DEL PROBLEMA

Las tecnologías de telecomunicaciones requieren siempre que la información que es enviada desde el transmisor al receptor no tenga ningún tipo de pérdidas. Las pérdidas que se presentan en la fibra óptica se deben principalmente a propiedades intrínsecas de la fibra óptica, las cuales quedan completamente determinadas a partir del parámetro de atenuación, y a factores externos como las macro-curvaturas, conectores y empalmes en la fibra óptica. Las pérdidas los conectores y empalmes dependen fuertemente del acople de la luz entre los dos extremos de la fibra óptica, por lo que se debe garantizar que ambos extremos tienen aproximadamente los mismos valores en sus parámetros geométricos, especialmente aquellos que están relacionados con la distribución del campo modal. En las fibras ópticas mono-modo para comunicaciones, la distribución del campo modal se determina a partir de mediciones, ya sea en campo lejano o en campo cercano, del patrón de intensidad del modo fundamental, a partir de estas mediciones es posible establecer, el área efectiva, el diámetro del campo modal, entre otros parámetros. La recomendación ITU-T G650.1 de 2007, recoge los principales técnicas para la medición de estos parámetros, entre las cuales, se tienen, la técnica de medición en campo cercano y la técnica de medición de campo lejano, siendo esta última la técnica usada en el presente trabajo.

## 2. JUSTIFICACION

La distribución del campo modal es un parámetro importante a la hora de establecer las características técnicas de las fibras ópticas usadas en telecomunicaciones. Otros parámetros como la eficiencia de acople entre fibras, el área efectiva, el diámetro del campo modal, el parámetro no lineal, entre otros, están definidos a partir de la distribución del campo modal. Si bien es cierto que existen modelos matemáticos y expresiones empíricas que en primera instancia permiten determinar la distribución espacial del campo modal, su medición es mucho más compleja pues depende fuertemente de las propiedades ópticas de los materiales que componen el núcleo y el revestimiento, de las dimensiones del núcleo y de la longitud de onda de la luz que viaja por la fibra óptica. En fibras ópticas mono-modo como las descritas en las recomendaciones ITU-T G.652, la distribución del campo modal, y por lo tanto la mayoría de las propiedades de propagación de la luz en la fibra óptica, quedan completamente determinadas a partir de la medición del diámetro del campo modal.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 General:**

- Medir del diámetro de campo modal en una fibra mono-modo usando la técnica de medición en campo lejano.

#### **3.2 Específicos:**

- Determinar las condiciones técnicas necesarias para la medición del diámetro de campo modal usando la técnica de medición en campo lejano.
- Implementar un montaje experimental en campo lejano para medir la distribución del campo modal.
- A partir de métodos numéricos y aproximaciones matemáticas determinar el diámetro del campo modal para una fibra óptica mono-modo.
- Comparar los resultados con valores establecidos en las recomendaciones técnicas o en hojas de datos de los fabricantes.

## **4. DELIMITACION**

### **4.1. Espacial.**

#### **4.1.1. Ubicación:**

Laboratorio de Óptica, Fotónica y Visión Artificial  
CLL 54 A 30-01  
BL M, Sótano 2  
Barrió Sucre.  
Medellín, Antioquia, COL

#### **4.1.2. Razón social:**

Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM).

#### **4.1.3. Sector productivo:**

Educación.

#### **4.1.4. Objeto social:**

El Instituto Tecnológico Metropolitano adopta como objetivos generales los contemplados en el artículo 6º de la Ley 30 de 1992:

Profundizar en la formación integral de los colombianos dentro de las modalidades y calidades de la Educación Superior, capacitándolos para cumplir las funciones profesionales, investigativas y de servicio social que requiere el país.

Trabajar por la creación, el desarrollo y la transmisión del conocimiento en todas sus formas y expresiones así como promover su utilización en todos los campos para solucionar las necesidades del país.

Prestar a la comunidad un servicio con calidad, el cual hace referencia a los resultados académicos, a los medios y procesos empleados, a la infraestructura institucional, a las dimensiones cualitativas y cuantitativas del mismo y a las condiciones en que se desarrolla cada institución.

Ser factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético a nivel nacional y regional.

Contribuir al desarrollo de los niveles educativos que le preceden, para facilitar el logro de sus correspondientes fines.

Actuar armónicamente entre sí y con las demás estructuras educativas y formativas.

Promover la unidad nacional, la descentralización, la integración regional y la cooperación interinstitucional, con miras a que las diversas zonas del país dispongan de los recursos humanos y de las tecnologías apropiadas que les permitan atender adecuadamente sus necesidades.

Promover la formación y consolidación de comunidades académicas o investigativas y la articulación con sus homólogas a nivel internacional.

Promover la preservación de un medio ambiente sano y fomentar la educación y cultura ecológica.

Conservar y fomentar el patrimonio cultural del país.

#### **4.1.5. Reseña Histórica:**

EL INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO (ITM) es una Institución Universitaria de carácter público y naturaleza autónoma, adscrita a la Alcaldía de

Medellín; ofrece un servicio público cultural en educación superior, para la formación integral de talento humano en ciencia y tecnología, con fundamento en la excelencia de la investigación, la docencia y la extensión, que habilite para la vida y el trabajo, desde el aprender a ser, aprender a hacer, aprender a aprender y aprender a convivir, en la construcción permanente de la dignidad humana, la solidaridad colectiva y una conciencia social y ecológica.

Los antecedentes históricos del Instituto Tecnológico Metropolitano se remontan a los años cuarenta (1944), cuando fue creado el Instituto Obrero Municipal, con la misión de alfabetizar y capacitar a las clases trabajadoras, para responder a las necesidades generadas por el proceso de expansión urbana y desarrollo tecnológico, que desde esos años colocó a Medellín como el más importante centro industrial del país. La introducción de maquinaria y técnicas de producción modernas hicieron pertinente la creación de una entidad que no sólo capacitara a las clases trabajadoras para asumir esas innovaciones, sino que se preocupara por su acceso a los productos de la cultura y por el mejoramiento de sus condiciones de vida.

A finales de los cuarenta, se denominó Universidad Obrera Municipal, con una novedosa propuesta de "educación a la carta", que se acomodaba a las condiciones particulares de los estudiantes trabajadores, que procuraba dar, gratuitamente, instrucción artesanal, industrial, comercial y artística.

En los años sesenta, bajo el nombre de Instituto de Cultura Popular, vivió un proceso de ajustes al pensum y continuó con el propósito de elevar el nivel intelectual de la clase obrera.

A finales de los sesenta se transformó en el Instituto Popular de Cultura y dedicó su actividad docente a enseñanza básica para adultos, un ciclo básico de enseñanza media con capacitación en un oficio o especialidad, y enseñanza artística en la

escuela de teatro anexa que, a principios de la década del setenta, se constituyó en la Escuela Popular de Arte. Los cambios en la estructura de la educación media de esa década dieron paso a programas de educación media técnica con orientación vocacional y con algún fundamento en el conocimiento científico.

A principios de los años noventa, la institución incursionó en la educación superior, con el nombre de Instituto Tecnológico Metropolitano. Con una nueva estructura orgánica, diseñó sus primeros programas de formación tecnológica y definió sus funciones de docencia, investigación y extensión.

En 2005 el Instituto Tecnológico Metropolitano obtuvo el cambio de carácter académico y se convirtió en Institución Universitaria, conservando su vocación de formación tecnológica en educación superior.

#### **4.1.6. Misión:**

EL INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO – ITM, de Medellín, es una Institución Universitaria de carácter público y del orden municipal, que ofrece el servicio de educación superior para la formación integral del talento humano con excelencia en la investigación, la innovación, el desarrollo, la docencia, la extensión y la administración, que busca habilitar para la vida y el trabajo con proyección nacional e internacional desde la dignidad humana y la solidaridad, con conciencia social y ambiental.

#### **4.1.7. Visión:**

Para el año 2021 el INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO – ITM, de Medellín, será una Institución de Educación Superior con vocación tecnológica, reconocida nacional e internacionalmente por la excelencia académica centrada en la calidad y pertinencia de sus programas y de sus funciones de docencia,

investigación, extensión y administración. El ITM contará con un modelo flexible y eficiente de organización basado en el liderazgo y aprendizaje permanentes, que le permitirá cumplir con responsabilidad y equidad social su misión formativa.

#### **4.1.8. Valores corporativos.**

- Responsabilidad
- Liderazgo
- La equidad
- La solidaridad
- La conciencia social y ambiental
- La honestidad
- El respeto.

#### **4.1.9. Otros:**

La práctica fue realizada dentro del Instituto tecnológico Metropolitano (ITM), en la sede fraternidad, más específicamente en el laboratorio de óptica, fotónica y visión artificial, ubicado en el parque i, sótano 2. Este es un laboratorio de investigación donde se indaga acerca de todas las ramas que tienen que ver con el campo de la fibra óptica, analizando los aspectos que pueden mejorarla o hacerla más eficiente. Además dentro de este laboratorio se encuentra todo lo que tiene que ver con lentes y antenas, contando con los mejores equipos, para hacer más productiva la investigación

#### **4.2. Delimitación Temporal.**

Fecha de inicio: 09/03/2015.

Fecha de culminación: 29/05/2015.

## 5. DESCRIPCION DE LA PACTICA O DE LA INTERVENCION TECNLOGICA

En las prácticas de laboratorio, se consultó sobre las diferentes técnicas de medición en campo lejano como base para la implementación de nuestros montajes experimentales. Como se mencionó anteriormente, estos montajes están enfocados en las fibras ópticas mono-modo.

A continuación se describen principales dispositivos y equipos usados en los montajes experimentales. (Las principales especificaciones se encuentran en el anexo 1 de este documento):

*Fuente de Luz 1:* Láser DFB Optilabs DFB-B-10 S-1310 potencia ~ 9.4dBm y una longitud de onda de 1310nm.

*Fuente de Luz 2:* Láser DFB BWTek Flex conectorizado a fibra DFB-B-10 S-1310 potencia ~ 17.0 Bm y una longitud de onda de 640 nm.

*Detector 1:* EXFO PM-1600 tipo de sensor InGaAs, longitud de onda de trabajo 850 nm 1625 nm.

*Detector 2:* Cámara CCD: Thorlabs DCC1645C-HQ

*Plataforma de Rotación:* Thorlabs PRM1Z8 software APTMotor

*Plataforma de posicionamiento XYZ:* Thorlabs NANOMAX-TS.

*Fibra óptica sensora:* Thorlabs FT200EMT

### *Fibra óptica mono modo: SMF28E*

Para las mediciones experimentales se usó una fibra óptica multi-modo con gran apertura numérica como elemento sensor. Con la ayuda de la plataforma NANOMAX-TS, la fibra óptica de interés fue ubicada a una distancia de 10mm con respecto a la fibra sensora y posicionada espacialmente en XYZ de tal forma que llegue la mayor cantidad de luz al detector. Una vez ubicado la fibra óptica de interés, la fibra óptica sensora se rotó desde  $-30^\circ$  hasta  $30^\circ$  con una variación de  $1^\circ$  con respecto al punto de mayor intensidad, denotado como la posición  $0^\circ$ . El valor de potencia óptica para cada posición fue tomado con el detector PM 1600 y registrado adecuadamente. La medición en cada punto se tomó un total de cinco veces y luego se tomó el promedio de estas. Luego con ayuda de algunas rutinas de cálculo numérico en Mathematica se analizaron y graficaron los datos, y a partir de estos se estimó el diámetro del campo modal

En el segundo montaje experimental implementado, se usó una cámara CCD como detector y fibra óptica mono-modo SMF600. La cámara se ubicó a una distancia de 12mm y se tomaron varias imágenes de la distribución de intensidad de campo eléctrico. Luego, usando rutinas de tratamiento de imágenes, se estimaron los perfiles de la distribución de intensidad en los ejes X e Y, y a partir de estos se estimó el diámetro del campo modal.

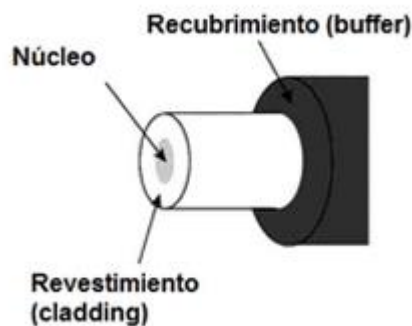
## 6. ALCANCES O METAS

Medir la distribución espacial del campo modal y a partir de estas mediciones estimar el diámetro del campo modal usando dos técnicas basadas en mediciones de intensidad del campo eléctrico en campo lejano. En la primera de ellas se utilizó como elemento sensor una fibra óptica multi-modo de gran apertura numérica conectada a un detector de potencia óptica, la fibra sensora se mueve haciendo un arco en cuyo centro se encuentra la fibra óptica de interés. En el segundo montaje el campo a la salida de la fibra es proyectado sobre la pantalla de una cámara CCD. En ambos casos se usaron rutinas de cálculo numérico para conocer la distribución espacial de la intensidad campo y estimar el diámetro del campo modal.

## 7. MARCO TEÓRICO

### Partes de la fibra óptica

La fibra óptica está compuesta por tres partes el núcleo, el revestimiento y el buffer, la diferencia entre el índice de refracción del núcleo y el índice de refracción del revestimiento, es necesaria para que los rayos de luz no puedan salir hacia el revestimiento o en el peor de los casos hacia el exterior.



**FIGURA 1:** PARTES DE LA FIBRA ÓPTICA

### Fibra óptica mono-modo

La fibra óptica mono-modo tiene una distribución en el campo del modo fundamental y su geometría es simétricamente circular, para la medición del diámetro de campo modal. Si la frecuencia normalizada definida en la ecuación 1  $V < 2.405$ , entonces la fibra óptica es mono modo.

#### **ECUACIÓN 1:** FRECUENCIA NORMALIZADA

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

En la ecuación anterior  $a$  es el radio del núcleo de la fibra, donde,  $n_1$  es el índice de refracción del núcleo y  $n_2$  es el índice de refracción del revestimiento

### Ondas electromagnéticas

La propagación de ondas electromagnéticas es la base de un sistema de comunicaciones óptico, no es posible determinar la forma de propagación de la luz en las fibras ópticas. Por eso son necesarias las ecuaciones de Maxwell.

### **Longitud de onda**

Dependiendo de la longitud de onda los índices de refracción van a variar. En los rayos de luz existen diferentes tipos de longitudes de ondas

### **La longitud de onda de corte**

La longitud de onda de corte  $\lambda_c$  es un problema que afecta las fibras ópticas mono-modos, consiste en un comportamiento no apropiado de una fibra mono-modos, pasando a trabajar como una fibra óptica multi-modos. Además Interfiere con la medición del diámetro de campo modal.

Donde  $a$  es el radio de la fibra óptica, el número 2.405 determina que es una fibra óptica mono-modos y  $n_1\sqrt{2\Delta}$  es aproximadamente la apertura numérica NA

#### **ECUACIÓN 2 : LONGITUD DE ONDA DE CORTE**

$$\lambda_c = \frac{2\pi a}{2.405} n_1 \sqrt{2\Delta}$$

### **Reflexión total interna**

El rayo de luz es atrapado por los índices de refracción y encaminado con cierto ángulo por el núcleo y el revestimiento, el ángulo máximo es dado por la siguiente ecuación.

#### **ECUACIÓN 3: ÁNGULO MÁXIMO**

$$\theta_{max} = \arcsen(\sqrt{n_1^2 - n_2^2})$$

### **Apertura numérica**

La apertura numérica NA indica, gracias al cono de aceptación, cuáles rayos propagados por el núcleo cumplirán en sucesivas reflexiones la reflexión total interna. La ecuación para determinar la apertura numérica NA se define como

#### **ECUACIÓN 4: APERTURA NUMÉRICA**

$$NA = \text{sen}(\theta_{max})$$

Donde  $\theta_{max}$  es el ángulo máximo que llega a la fibra óptica para una reflexión total interna

### **Área efectiva**

El área efectiva va ligada a la intensidad efectiva, la cual aumenta por efectos no lineales, estos son más pronunciados en áreas efectivas reducidas y en acoplamientos. El área efectiva esta dada por la ecuación para fibras mono-modo.

#### **ECUACIÓN 5: ÁREA EFECTIVA**

$$A_{ef} = \pi w^2$$

Donde  $w$  representa el radio modal

### **Factor de confinamiento**

El factor de confinamiento  $\Gamma$  es producido por la diferencia entre los índices de refracción, entre el núcleo y el revestimiento donde la luz queda atrapada debido a la reflexión total interna, este factor es más notorio en las guías ópticas y es dado por la ecuación

#### **ECUACIÓN 6: FACTOR DE CONFINAMIENTO**

$$\Gamma = 1 - \exp\left(\frac{-2a^2}{w^2}\right)$$

Donde  $a$  es el radio de la fibra óptica y  $w$  es el radio modal

### **Campo modal**

El campo modal es la distribución del campo de un solo modo, llamado modo fundamental  $LP_{01}$ , el cual determina una distribución de intensidad espacial en la fibra.

### **Radio de campo modal**

El radio de campo modal viene dado por las pérdidas intrínsecas y por los acoplamientos entre fibras. La amplitud del campo cae  $\frac{1}{e}$  y la intensidad cae a  $\frac{1}{e^2}$

### **Diámetro del campo modal**

El diámetro del campo modal (MFD)  $2w$  representa una medida de la extensión transversal de la intensidad del campo electromagnético en el modo fundamental en una sección transversal de la fibra, se define desde el campo lejano la distribución de la intensidad por la función  $F^2(\theta)$  y el ángulo  $\theta$  de campo lejano.

#### **ECUACIÓN 7: DIÁMETRO DE CAMPO MODAL**

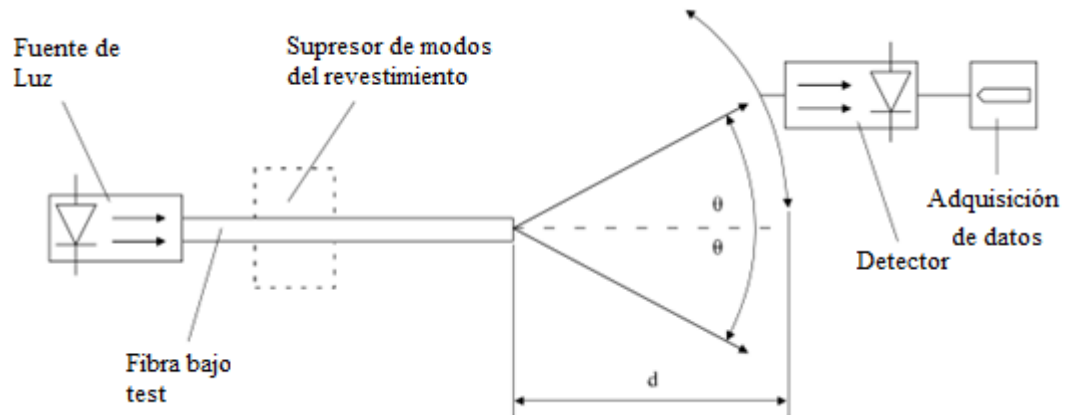
$$2w = \frac{\lambda}{\pi} \left( \frac{\int_0^{\pi/2} F^2(\theta) \sin\theta \cos\theta d\theta}{\int_0^{\pi/2} F^2(\theta) \sin^3\theta \cos\theta d\theta} \right)^{\frac{1}{2}}$$

El diámetro de campo modal se determina a partir de la distribución de intensidad de campo lejano por la función  $F^2(\theta)$ , de acuerdo con la definición del MFD. Los límites de integración tienen un rango de 0 hasta  $\pi/2$ , pero es entiendo que esta notación implica el truncamiento de las integrales en el límite de aumentar el ángulo.

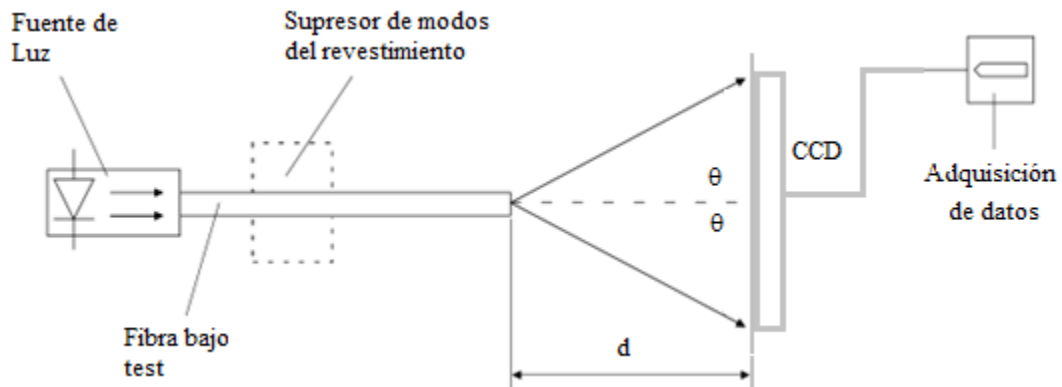
Mientras que el valor máximo del ángulo  $\theta$  es  $\pi/2$ , los integrados rápidamente alcanzan un enfoque de cero antes de este valor.

### Aparato de ensayo

Dos diagramas esquemáticos de aparatos comúnmente usados para la medición en campo lejano se muestran en las figuras 1 y 2.



**FIGURA 2:** DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL MONTAJE EXPERIMENTAL PARA LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DEL CAMPO MODAL EN CAMPO LEJANO USANDO UN FOTO-DETECTOR.



**FIGURA 3:** DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL MONTAJE EXPERIMENTAL PARA LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DEL CAMPO MODAL EN CAMPO LEJANO USANDO UNA CÁMARA CCD.

### Fuente de luz

La fuente de luz deberá tener una posición estable en intensidad y longitud de onda durante un periodo de tiempo suficientemente largo para completar el procedimiento de medición. Las características espectrales de la fuente deben ser elegidas para impedir el funcionamiento multi-modo. La anchura espectral FWHM no será mayor que 10nm.

### **Modulación**

Es costumbre para modular la fuente de luz con el fin de mejorar la relación señal/ruido en el detector. Si se adopta este procedimiento, el detector debe estar vinculado a un sistema de procesamiento de una señal síncrona. El sistema de detección debe tener características de sensibilidad sustancialmente lineales.

### **Condiciones de inyección**

Las condiciones de inyección utilizados deben ser suficientes para excitar el modo fundamental  $LP_{01}$ . Por ejemplo, las técnicas de lanzamiento adecuados podrían ser:

- a) la colocación, unión con una fibra;
- b) poner en marcha con un sistema adecuado de la óptica.

Se debe tener cuidado que los modos de orden superior no se propague. Para este propósito, puede ser necesario introducir un bucle de radio adecuado u otro filtro de modo a fin de eliminar modos de orden superior.

### **Modos de revestimiento**

Deberán tomarse precauciones para evitar la propagación y detección de modos en el revestimiento.

### **Espécimen**

La muestra será con una fibra óptica mono-modo con una longitud corta a medir. El revestimiento será retirado en una parte de la fibra óptica, el cual será cambiado por otro modo de revestimiento, si se utiliza. Los extremos de la fibra estarán limpios,

lisos y perpendiculares a los ejes de fibra. Se recomienda que las caras extremas estén planas y perpendiculares a la fibra dentro de los ejes a  $1^\circ$ .

### **Aparatos de escaneo**

Se utilizará un mecanismo para escanear la distribución de intensidad de campo lejano (por ejemplo, un foto detector de exploración teniendo una abertura del tamaño un de alfiler. El detector debe tener una distancia con el extremo de la fibra de al menos 10mm, y el área activa del detector no deben ser mayor que el ángulo de campo lejano. Esto es dado mediante la colocación del detector a una distancia desde el extremo de la fibra, siendo mayor que  $40 \omega b/\lambda$ , donde  $2\omega$  es el diámetro del campo modal y  $b$  es el diámetro del área activa del detector. El rango dinámico mínimo de la medición debe ser 50 dB. Esto corresponde a un medio-ángulo máximo de barrido de  $20^\circ$  y  $25^\circ$ , o mayor, para las fibras cubiertas por [UIT-T G.652] y [UIT-T G.653], respectivamente.

### **Detector**

El detector debe tener características de sensibilidad lineales.

### **Amplificador**

Un amplificador debe ser empleado con el fin de aumentar el nivel de la señal.

### **Adquisición de datos**

El nivel de señal medido se registra y procesa adecuadamente.

### **Procedimiento de medición**

El extremo de entrada de la fibra se alineará con el haz saliente, y el extremo de salida de la fibra se alineará al dispositivo de salida apropiado.

## 8. METODOLOGÍA

- Determinar las condiciones técnicas necesarias para la medición del diámetro de campo modal usando la técnica de medición en campo lejano.

**Actividad 1** Revisión en bases de datos de artículos de divulgación científica y libros especializados, sobre las diferentes técnicas de medición del diámetro de campo modal, equipos necesarios y modelos matemáticos usados para la estimación.

- Implementar un montaje experimental en campo lejano para medir la distribución del campo modal.

**Actividad 2:** Con los resultados de la actividad 1 definir los equipos y dispositivos que se utilizarán en el montaje experimental, así como las condiciones ambientales a nivel de laboratorio.

**Actividad 3:** Determinar las condiciones y parámetros necesarios para la medición del diámetro del campo modal usando la técnica de medición en campo lejano, como son: distancia entre la fibra y el detector, rango y precisión del movimiento angular.

- A partir de métodos numéricos y aproximaciones matemáticas determinar el diámetro del campo modal para una fibra óptica mono-modo.

**Actividad 4:** Implementar rutinas de cálculo numérico para la estimación del diámetro del campo modal a partir de los resultados experimentales.

- Comparar los resultados con valores establecidos en las recomendaciones técnicas o en hojas de datos de los fabricantes.

**Actividad 5:** Escritura y revisión del informe final

## **9. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS**

### **9.1 Recursos humanos.**

Grupo de Automática, Electrónica y Ciencias Computacionales

Facultad de Ingenierías.

Líder del grupo Francisco Eugenio López Giraldo

Línea de investigación en Visión Artificial y Fotónica

Líder de la Línea: Nelson Darío Gómez Cardona

Docente Asesor: Nelson Darío Gómez Cardona

### **9.2 Recursos materiales.**

1. PC
3. Plataforma de Rotación PRM1Z8 con controlador TDC001 y Software APTMotor
6. Fibra óptica multi-modo
7. Fibra óptica mono-modo
8. Plataforma de Posicionamiento XYZ NANOMAX-TS
9. Laser DFB con longitud de onda de 1310nm y potencia de 9.4dBm
10. Láser DFB con longitud de onda de 640nm y potencia máxima de salida 17dBm
11. Foto detector InGaAs longitudes de onda de trabajo 850nm -1625nm.
12. Cámara CCD
13. Software Mathematica (R)

### **9.3 Recursos económicos o financieros.**

No se requirió.

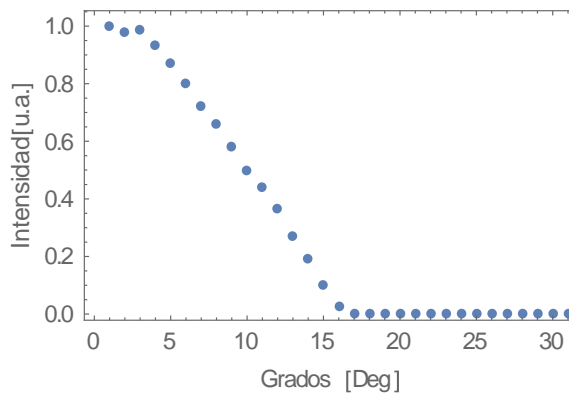
### **9.4 Cronograma de actividades**

Actividad	Meses			
	1	2	3	4
Actividad 1.	■	■	■	
Actividad 2.		■	■	
Actividad 3.		■	■	
Actividad 4.			■	■
Actividad 5.			■	■

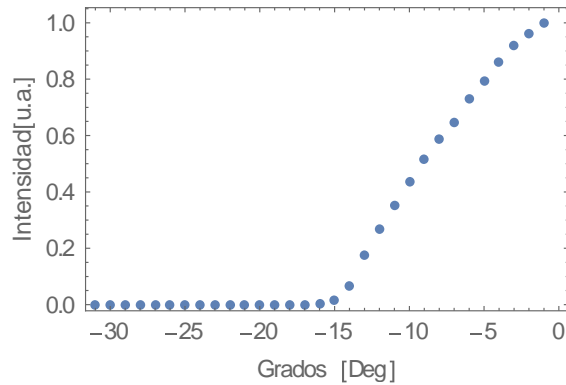
## 10. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 10.1.1 Resultados

Las figuras (a) y (b) muestran las distribuciones espaciales del campo eléctrico medidas en campo lejano con variaciones angulares entre  $0^\circ$  y  $30^\circ$ , y  $-30^\circ$  y  $0^\circ$ , respectivamente, con una distancia aproximada de 12 mm de separación entre la fibra sensora y la fibra bajo test. Los valores medidos y reportados en la literatura se detallan en la tabla 1.



(a)



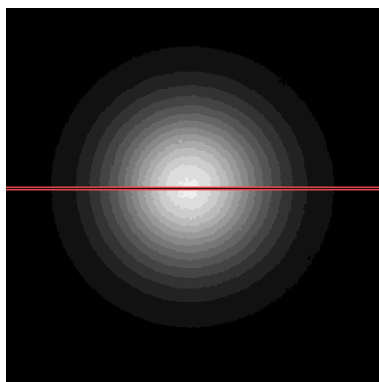
(b)

**FIGURA 4:** DISTRIBUCIONES ESPACIALES DEL PERFIL DE LA INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO MEDIDAS USANDO LA TÉCNICA DE CAMPO LEJANO. (A) POSICIONES ANGULARES POSITIVAS. (B) POSICIONES ANGULARES NEGATIVAS.

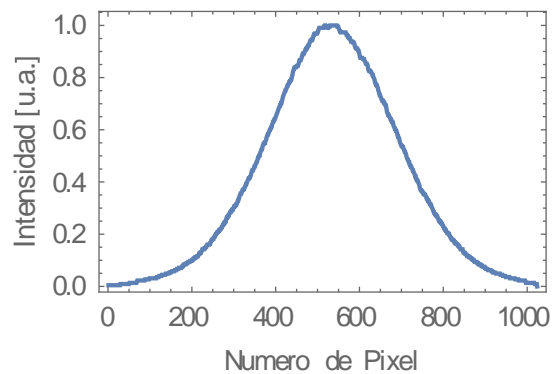
**Tabla 1.** Valores del diámetro del campo modal medido usando el montaje detallado en la figura 2

Diámetro Campo Modal - [um]	Diámetro Campo Modal + [um]	Diámetro Campo Modal Promedio [um]	Diámetro Campo Modal Promedio SMF28 [um] ITU-T G.652A	Diferencia [um]
8.75	8.06	8.4	8.6-9.5	0.2

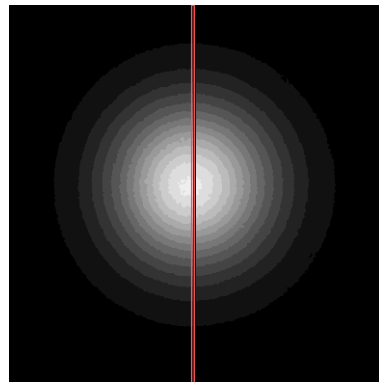
Usando el montaje detallado en la figura 3, se tomaron varias imágenes en campo lejano de la distribución espacial de una fibra óptica mono-modo a 640nm, para esto se usó un láser DFB con una longitud de onda de 640 nm, y como receptor se usó una cámara CDD con una resolución de 1024 x 1024 pixeles. Las imágenes adquiridas fueron procesadas con el fin de calcular el punto en el plano xy donde se obtuvo el valor máximo de intensidad. Una vez localizado este punto se levantaron los perfiles de intensidad en X e Y, tal como se muestra en la figura 5. Con estos perfiles y usando la ecuación 7, se procedió a estimar el valor del diámetro del campo modal.



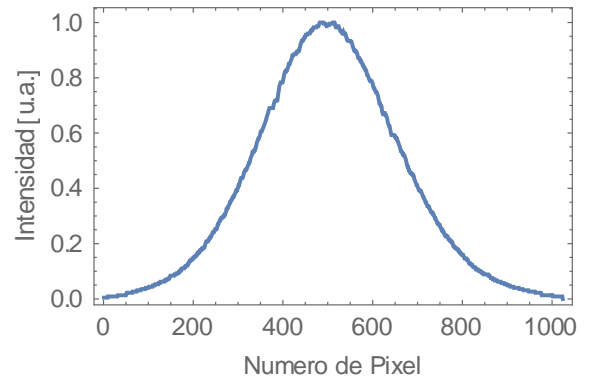
(a)



(b)



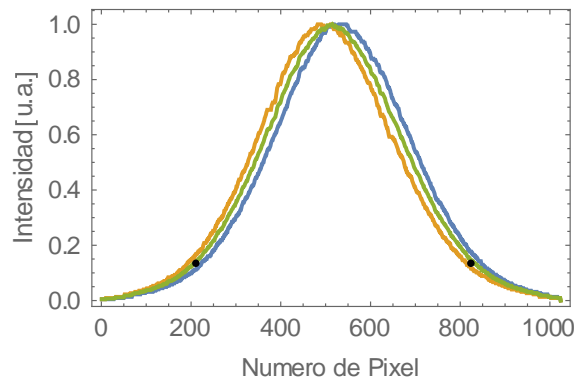
(c)



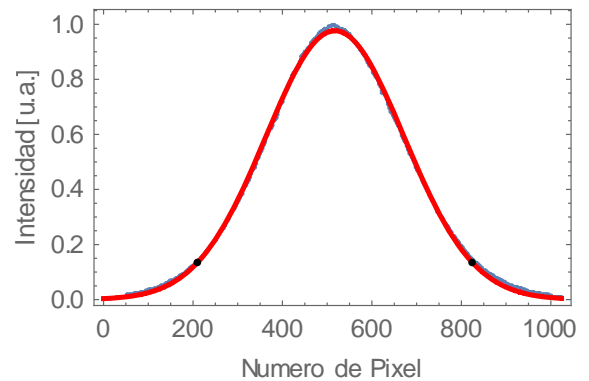
(d)

**FIGURA 5:** IMAGEN DE LA SALIDA DE LA FIBRA ÓPTICA Y LOS CORRESPONDIENTES PERFILES EN X Y Y TOMADOS A PARTIR DEL PUNTO DE MÁXIMA INTENSIDAD.

Dado que el núcleo de la fibra óptica tiene forma elíptica, los perfiles de intensidad son ligeramente diferentes, tal como se muestra en la figura 6, por lo cual se procedió a calcular un perfil de intensidad promedio, y a partir de este calcular el valor del diámetro de campo modal promedio de la fibra óptica



(a)



(b)

**FIGURA 6:** (A) PERFIL DE INTENSIDAD EN X, PERFIL DE INTENSIDAD EN Y, Y PERFIL DE INTENSIDAD PROMEDIO. (B) PERFIL DE INTENSIDAD PROMEDIO Y AJUSTE A UNA FUNCIÓN GAUSSIANA.

**Tabla 2.** Valores del diámetro del campo modal medido usando el montaje detallado en la figura 3.

<b>Diámetro Campo Modal Estimado X [um]</b>	<b>Diámetro Campo Modal Estimado Y [um]</b>	<b>Diámetro Campo Modal Estimado Media [um]</b>	<b>Diámetro Campo Modal Promedio SM600 Thorlabs</b>
4.94	4.98	4.92	3.6 – 5.3

### **10.1.2 Conclusiones**

El diámetro de campo modal (MFD), es un parámetro importante para ver el desempeño de la fibra óptica y su vulnerabilidad cuando existen pérdidas de señal ocasionadas por uniones o excesivos dobles.

La técnica de campo lejano, es una técnica que nos permite una rápida medición de este parámetro, por su facilidad con la que permite medir la distribución de intensidad proporcionada en el extremo de la fibra óptica a una distancia de 10cm, permitiendo que las mediciones sean más precisas, a comparación de otras técnicas.

El montajes experimentales por la técnica de campo lejano, tuvo valores significativos ya que fueron consecuente y acordes a las investigaciones realizadas en las bases de datos

El montaje experimental (figura 2), sus resultados se encuentran en la tabla 1, el diámetro de campo modal tanto en los positivos como en los negativos tuvo un promedio de 8.4um. La diferencia entre lo obtenido con respecto al valor ideal, tuvo una diferencia de 0.2um

El montaje experimental (figura 3), sus resultados se encuentran en la tabla 2, el promedio entre los ejes X y Y del diámetro de campo modal es de 4.92.

### **1.2 Competencias del saber obtenidas**

Las practicas realizadas en el laboratorio de investigación, teniendo como fin las medidas realizadas en la fibra óptica, me llevaron a entender con un poco más de

enfoque el comportamiento de la fibra, gracias a las investigaciones consultadas y a los montajes experimentales, los cuales contribuyeron a ese enfoque. se pudo aprender a diseñar esta clase de montajes, que son utilizados en muchas áreas. Los programas utilizados en esta investigación, son herramientas claves para el desarrollo de cualquier investigación lo cual al trabajar con ellos, pude aprender cosas básicas que me ayudaran en próximas investigaciones

### **10.3 Aportes de la empresa**

La medición del diámetro de campo modal, siendo un parámetro geométrico ayuda en las fibras mono-modo a determinar la resistencia en pérdidas por empalmes y acoples. Por esta se considera un aporte importante el hecho diseñar tipos de montajes experimentales para la medición del diámetro de campo modal. Los resultados han sido satisfactorios y eso es un logro importante, también se abre a la idea de posibles mejoras en la parte de precisión y exactitud. Teniendo en cuenta lo anterior se puede dejar a la institución un resultado más de investigación en cuanto a esta línea de las telecomunicaciones.

### **10.4 Logros**

Los logros adquiridos a través de este proceso investigativo, fueron dados primordialmente por el diseño de los montajes experimentales y los resultados hallados. Los cuales fueron sobresalientes y concuerdan con las investigaciones acerca del diámetro de campo modal, estos logros por otra parte contribuyeron a un aprendizaje investigativo y practico.

### **10.5 Dificultades**

Al realizar el proceso de diseñar los montajes experimentales, hubo varios inconvenientes tanto en la parte de software como en el diseño. La instalación del software APTMotor se vio afectada por no ser precavidos en los pasos. El diseño del primer montaje fue demorado ya que se fue perfeccionando, a medida que se iba manipulando y para beneficio en el manejo y los datos tomados en el proceso.

También el no tener algunos conocimientos del software Mathematica ®, los cuales llevaron a tener dificultades al usar dicho software

### **10.6 Recomendaciones**

La recomendación para la institución universitaria es promover, este tipo de investigaciones no solo en las clases, sino también por fuera de ellas. En busca de que el estudiante encuentre su área en la que se destaque mejor. Ya que la institución tiene los implementos necesarios, para que el estudiante implemente y diseñe cosas innovadoras.

## **11. RECONOCIMIENTOS**

El reconocimiento a mis padres es vital, ellos pusieron su confianza en mí, sin cuestionarme. En este paso tan importante de mi vida, fueron las personas más importantes desde el comienzo hasta el final, ya que ellos con su apoyo y su dedicación hacia mí, hicieron esto posible.

Además el autor agradece a los docentes Nelson Darío Gómez Cardona, Nelson Alonso Correa Rojas, por su apoyo, contribución y asesoría intelectual durante todo el proceso de prácticas.

## **BIBLIOGRAFIA**

G.650.1, I.-T. (2003). Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable. *Amendment 1*. Retrieved from [http://www.itu.int/itu-t/workprog/wp\\_item.aspx?isn=7878](http://www.itu.int/itu-t/workprog/wp_item.aspx?isn=7878)


Hui, R., & O'Sullivan, M. (2009). Optical Fiber Measurement. *Fiber Optic Measurement Techniques*, 365–479. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-373865-3.00004-5>

Luis, I., Marín, D., & Sc, N. M. (2010). Introducción al Láser y su aplicación práctica en la óptica moderna, 1–15.

Method, M. (2001). Mode-Field Diameter, 1–4.

## ANEXOS

**TABLA 1: GUÍA N°1**

 <small>Institución Universitaria</small>	<b>GUÍA No. 1</b> <b>FUNCIONES O COMPETENCIAS DE DESEMPEÑO</b>	Código	FDE 074
		Versión	03
		Fecha	2013-09-12

**PRÁCTICA PROFESIONAL**  
Evaluación diligenciada por la empresa

<b>MODALIDAD:</b>	
Práctica Empresarial <input type="checkbox"/>	Práctica Laboratorio <input checked="" type="checkbox"/>
Contrato de Aprendizaje <input type="checkbox"/>	Práctica Social <input type="checkbox"/>

Nombres y apellidos: <u>Edwin Aristizabal Garcia</u>	
Cédula: <u>1017208300</u>	Carné: <u>11106292</u>
Teléfonos: <u>504 33 66</u> <u>312 786 8943</u>	
Programa: <u>Telecomunicaciones</u>	
Inicio del contrato: <u>04/03/2015</u>	Terminación de contrato: <u>29/05/2015</u>
Empresa: <u>ITM</u>	Sector Productivo: _____
Dirección: <u>Cll 54A # 30-01 Boston</u>	Teléfono: <u>460 0727</u>
Coordinador en la empresa: <u>Nelson Danilo Gomez</u>	Cargo: <u>Profesor Asesor</u>
E - Mail: <u>nelson.gomez@itm.edu.co</u>	Fecha: <u>10/03/2015</u>
Total horas semanales en la empresa: <u>16</u>	

Diligencie el siguiente campo con una de las dos opciones:

<p><b>A. Información del tecnólogo:</b> Funciones y/o actividades asignadas por la empresa: al estudiante</p> <p><b>B. Información del Ingeniero:</b> Resumen ejecutivo: (Es un breve análisis de los aspectos más importantes del proyecto, describe el producto o servicio y sus beneficiarios, el contexto, los resultados esperados, las necesidades de financiamiento y las conclusiones generales.)</p> <p><u>Consulta de recomendaciones para la medición del diámetro del campo modal en fibras ópticas monomodo</u></p> <p><u>Montajes experimentales para la medición del diámetro de campo modal</u></p> <p><u>Análisis y ajuste de curvas</u></p> <p><u>Informe</u></p>
---

Nota: Entregar a los 8 días


Firmas:

Nelson Danilo Gomez  
Coordinador en la empresa

Edwin Aristizabal Garcia  
Estudiante

WILSON ZAPATA  
Prácticas profesionales ITM

**TABLA 2: GUÍA N°2**

 ITM Institución Universitaria	GUÍA No.2 SEGUIMIENTO A LOS ESTUDIANTES DE LA PRACTICA PROFESIONAL	Código	FDE 075
		Versión	03
		Fecha	2013-09-12

Evaluación diligenciada por la empresa

MODALIDAD DE PRÁCTICA PROFESIONAL:

Práctica Empresarial  Práctica Laboratorio  Contrato de Aprendizaje   
 Práctica Social

Nombres y apellidos: Edwin Aristizabal Garcia

Programa: Tecnología Telecomunicaciones

Empresa: ITM Fecha: \_\_\_\_\_

Para el ITM es de gran importancia el proceso de formación integral, igualmente la valoración que ustedes como empresa realicen sobre el desempeño de los estudiantes que participan en la dinámica empresarial.

Valore con las siguientes categorías los factores enunciados:

E = EXCELENTE, B = BUENO, A = ACEPTABLE, D = DEFICIENTE, NE = NO EVALUABLE


FACTORES A EVALUAR					
Saber Ser					
	E	B	A	D	NE
Pensamiento crítico	×				
Interés, motivación y compromiso con la práctica	×				
Proactividad y creatividad en su puesto de trabajo		×			
Comunicación asertiva	×				
Puntualidad y cumplimiento		×			
Presentación personal	×				
Adaptabilidad al puesto de trabajo					
Respeto por los demás	×				
Saber Disciplinar					
Conocimientos básicos del programa a aplicar	×				
Autonomía	×				
Deseo y capacidad de actualizar sus conocimientos		×			
Capacidad de investigación y aplicación al puesto de trabajo	×				
Manejo de los aplicativos internos de su puesto de trabajo	×				
Diseña estrategias para el mejoramiento de los procesos	×				
Conoce y comprende la normatividad de los procesos empresariales		×			
Saber hacer					
Habilidad y flexibilidad para aceptar los cambios internos de la Organización	×				
Comprende e interpreta las observaciones realizadas por el jefe inmediato para llevar a cabo las funciones	×				
Recursividad		×			
Calidad del trabajo realizado		×			
Capacidad de trabajo en equipo	×				
Responsabilidad en las tareas encomendadas	×				

Nelson Gomez  
 Coordinador en la empresa

Fredy Torres M.  
 Prácticas Profesionales ITM

Entregar al mes

**TABLA 3: GUÍA N°3**

 ITM Institución Universitaria	<b>GUIA No.3</b> EVALUACIÓN DEL ESTUDIANTE EN SU PRACTICA PROFESIONAL	Código	FDE 076
		Versión	02
		Fecha	2012-07-25

Evaluación diligenciada por el Estudiante

**MODALIDAD DE PRÁCTICA PROFESIONAL**

Práctica Empresarial  Práctica Laboratorio  Contrato de Aprendizaje   
 Práctica Social

Nombres y apellidos: Edwin Anstizabal Garcia

Teléfonos: 312 786 8943 504 33 65

Programa: Tecnología de telecomunicaciones

Nombre de la empresa: Instituto tecnologico metropolitano

Dirección: Cll 54A 30-01 Boston Teléfono: 4600927

Para fortalecer el proceso de aprendizaje interinstitucional (EMPRESA – ITM), le solicitamos a usted como estudiante su aporte sobre los siguientes aspectos:

E = EXCELENTE, B = BUENO, A = ACEPTABLE, D = DEFICIENTE

**Como contribuye la práctica profesional a la construcción de su proyecto de vida para:**

ÍTEMS	E	B	A	D
Su desarrollo como persona	x			
Su proyección a futuro	x			
Fortalece sus relaciones interpersonales	x			

**Como contribuye la práctica en su formación profesional en cuanto a:**


ÍTEMS	E	B	A	D
Fortalece el desarrollo de sus competencias y el objeto de su formación profesional	x			
Aplica sus conocimientos profesionales durante la realización de la práctica		x		
Las prácticas profesionales fortalecen las actitudes y aptitudes personales para actuar en el entorno laboral		x		
Al finalizar su experiencia empresarial, considera que cumplió los objetivos		x		

FIRMA DEL ESTUDIANTE Edwin Anstizabal Garcia

Fecha \_\_\_\_\_

Entregar a los 3 meses

**TABLA 4: GUÍA N°4**

 Institución Universitaria	<b>Guía No. 4</b> EVALUACIÓN FINAL DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL	Código	FDE 077
		Versión	03
		Fecha	2013-09-12

Evaluación diligenciada por la empresa

**MODALIDAD DE PRÁCTICA PROFESIONAL**

Práctica Empresarial  Práctica Laboratorio  Contrato de Aprendizaje   
 Práctica Social

**Nombres y apellidos:** Edwin Anstizabal Garcia

**Programa:** Tecnología de Telecomunicaciones

**Empresa:** Instituto Tecnológico M. **Fecha:** Mayo 29/15

Solicitamos a usted evaluar en forma objetiva las funciones y actividades del practicante para determinar su avance en la Empresa

<b>E: Excelente</b> Calificación 5.0	<b>B: Bueno</b> Calificación de 4.0 a 4.9	<b>A: Aceptable</b> Calificación de 3.0 a 3.9	<b>D: Deficiente</b> Calificación de 1.0 a 2.9	<b>NE: No Evaluable</b>
---	--	--	---	-------------------------

Seleccionar con una X

FACTORES A EVALUAR					
Saber Ser					
	E	B	A	D	NE
Pensamiento crítico	X				
Interés, motivación y compromiso con la práctica	X				
Proactividad y creatividad en su puesto de trabajo	X				
Comunicación asertiva	X				
Puntualidad y cumplimiento		X			
Presentación personal	X				
Adaptabilidad al puesto de trabajo	X				
Respeto por los demás	X				
Saber Disciplinar					
Conocimientos básicos del programa a aplicar	X				
Deseo y capacidad de actualizar sus conocimientos	X				
Autonomía	X				
Capacidad de investigación y aplicación al puesto de trabajo		X			
Manejo de los aplicativos internos de su puesto de trabajo		X			
Diseña estrategias para el mejoramiento de los procesos	X				
Conoce y comprende la normatividad de los procesos empresariales		X			
Saber hacer					
Habilidad y flexibilidad para aceptar los cambios internos de la Organización	X				
Comprende e interpreta las observaciones realizadas por el jefe inmediato para llevar a cabo las funciones	X				

**TABLA 5: GUÍA N°4**

 ITM Institución Universitaria	<b>Guía No. 4</b> EVALUACIÓN FINAL DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL	Código	FDE 077
		Versión	03
		Fecha	2013-09-12

Recursividad	x				
Calidad del trabajo realizado	x				
Capacidad de trabajo en equipo	x				
Responsabilidad en las tareas encomendadas	x				

**EVALUACION FINAL:** Evalúe de (1 a 5), el desarrollo final de experiencia realizada por el aprendiz durante el período laborado en la empresa. *(Véase escala de valoración definida en la parte superior)*

CALIFICACIÓN	
NÚMERO	LETRAS
5.0	Cinco Cero

Observaciones y Sugerencias para complementar la formación del programa académico al cual pertenece el estudiante

*Mejorar las competencias en programación y análisis de datos.*

*Nelson Gomez*  
 \_\_\_\_\_  
 Coordinador en la empresa

*[Signature]*  
 \_\_\_\_\_  
 Prácticas Profesionales ITM

**Nota:**

Esta evaluación debe ser entregada a la Oficina de Prácticas un mes antes de finalizar la experiencia en la empresa.	Solicite en la empresa una carta con la constancia de la realización de Prácticas indicando fecha de iniciación y finalización.
--	---

*El ITM agradece a la empresa la acogida que les brindaron a nuestros estudiantes en el proceso de formación integral.*

*Además ustedes contribuyeron en la proyección de nuestros jóvenes para actuar con autonomía académica y reconocer la trascendencia de la vida y el trabajo.*

TABLA 6: hoja de vida

 Institución Universitaria	<b>HOJA DE VIDA ESTUDIANTE DE PRÁCTICAS</b>	<b>Código</b>	FDE 071
		<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	2014-04-21

**DATOS PERSONALES**

**Nombre y Apellidos** Eduwin Aristizabal Garcia  
**Lugar de Nacimiento** Medellín  
**Fecha de Nacimiento** 7 de febrero de 1993  
**Estado Civil** Soltero  
**Cédula de Ciudadanía** 1017208300  
**Dirección y Barrio** 42b #88-46 Manrique  
**Teléfonos, celular** 5043365 - 3127868943  
**E-mail** edwinelquesea17@gmail.com



**INFORMACIÓN ACADÉMICA**

**Terminé Estudios de Secundario en:** Colegio Parroquial Emaus  
**Estudiante de tecnología en Telecomunicaciones Nivel VI Jornada Mañana**  
**Ha firmado Contrato de Aprendizaje anteriormente?** Si No X

**EXPERIENCIA LABORAL**

EMPRESA	CARGO	TELÉFONO	TIEMPO LABORADO	JEFE INMEDIATO

**REFERENCIAS PERSONALES Y/O FAMILIARES**

NOMBRE Y APELLIDOS	DIRECCIÓN	TELÉFONOS	PARENTESCO	LABORA EN
Juan Esteban Roa Vargas	Cr 42b #88-32	3108397458	Amigo	Ingeniero civil
Andrés Felipe hincapié Vanegas	Cr 42b #88-56	3108397458	Amigo	diseñador industrial
Jesus Gonzalez Montoya	Cll 97 #39-66	5225180	Amigo	Tecnologo electronico

**FORMACIÓN Y COMPETENCIAS**

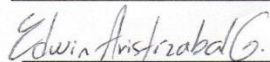
Describe conocimientos y habilidades en los siguientes aspectos. ¿Cuáles?


**En informática:**  
 Manipulo las herramientas ofimáticas (Word, Excel y Power point principalmente), y funciones basicas de software matbla

**Competencias en segunda lengua: (Marque E - excelente, B - bueno, R - regular)**


Idioma **Inglés** Lee **R** Escribe **R** Habla **R**

**Perfil personal (cualidades y valores) y/o experiencias laborales significativas:**  
 Soy emprendedor, proactivo y con mucha motivación para estudiar y aprender cada día algo nuevo, me gusta trabajar en equipo y compartir mi conocimiento con mis compañeros de trabajo.  
 Me siento capacitado para desempeñame como tecnólogo telecomunicaciones y así poder aplicar todos mis conocimientos, para de tal formal adquirir experiencia en el campo profesional de mi carrera.

  
 Estudiante

  
 Prácticas Profesionales

**TABLA 7: HOJA DE VIDA**

	<b>HOJA DE VIDA ESTUDIANTE DE PRÁCTICAS</b>	Código	FDE 071
		Versión	01
		Fecha	2014-04-21

**Nota: Señor empresario, recuerde que el objeto de las Prácticas es que éstas se conviertan en un espacio de aprendizaje en el que el estudiante pueda realizar actividades que permitan la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos durante el proceso de formación académica en la tecnología**

**FORMACION POR COMPETENCIAS**

*TECNOLOGIA EN ELECTRONICA*

**1. OBJETO DE FORMACION DE LA TECNOLOGIA.**

La formación del Tecnólogo en Telecomunicaciones está orientada hacia el transporte de información electrónica, desde las perspectivas de la supervisión y el mantenimiento de los sistemas de comunicaciones, las redes de comunicaciones y los sistemas y las redes de radiocomunicaciones, con responsabilidad técnica, ambiental y ética.


**2. Descripción de las competencias del saber o conocimientos básicos de la tecnología:**

- Mide las variables eléctricas y analiza los componentes del circuito eléctrico, utilizando adecuadamente las herramientas y diferentes recursos de su entorno.
- Analiza el circuito eléctrico a partir del método más adecuado, para determinar el valor de variables eléctricas como el voltaje, la corriente o la potencia asociadas a un componente o grupo de componentes del circuito.
- Organiza y maneja la información recolectada a través de símbolos, gráficos, planos, diagramas.

**En un caso específico diagnostica y analiza un circuito eléctrico en AC, teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:**

- Mide las variables eléctricas y analiza los componentes del circuito eléctrico, utilizando adecuadamente las herramientas y diferentes recursos de su entorno.
- Comprende el funcionamiento de estado sólido del transistor FET.
- Diferencia los conceptos de materiales intrínsecos y extrínsecos y explica el comportamiento de las cargas eléctricas en una juntura P-N.
- Identifica, analiza y describe las teorías de la luz, sus propiedades, su comportamiento y aplicaciones en la naturaleza.
- Analiza el comportamiento de las señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia, para resolver un problema específico de un sistema de comunicación.
- Revisa cálculos y procedimientos utilizando elementos como generadores de señales análogos o digitales para operar o mantener sistemas de comunicaciones análogos o digitales.
- Lectura de manuales en inglés
- Resuelve problemas de conexión a la red, utilizando los dispositivos adecuados.
- Calcula el campo electrostático generado por una distribución discreta o continua de cargas eléctricas utilizando la definición de campo eléctrico o la Ley de Gauss y lo relaciona con el desplazamiento eléctrico
- Instala, opera y mantiene una red Eternet, aplicando los principios básicos de funcionamiento y realiza cambios sin deteriorar el rendimiento del sistema.
- Reconoce el tipo de cableado y normas de una red Eternet y recomienda cambios pertinentes en los dispositivos físicos, para mejorar el desempeño de éstos.

**TABLA 8:** HOJA DE VIDA

 ITM Institución Universitaria	<b>HOJA DE VIDA ESTUDIANTE DE PRÁCTICAS</b>	<b>Código</b>	<b>FDE 071</b>
		<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>2014-04-21</b>

**3. Descripción de las competencias del hacer profesional o las habilidades para desempeñarse en una empresa:**

- Realizar la medición y el análisis de las variables eléctricas de un proceso de producción industrial.
- Comprender, Diseñar y Construir circuitos electrónicos, utilizando diodos, para desarrollar aplicaciones en los procesos industriales.
- Comprender, Diseñar y Construir circuitos electrónicos, utilizando transistores BJT (Transistores de Juntura Bipolar), para desarrollar aplicaciones en los procesos industriales.
- Comprender, Diseñar y Construir circuitos electrónicos, utilizando transistores FET (Transistores de Efecto de Campo), para desarrollar aplicaciones en los procesos industriales.
- Describir los conceptos básicos utilizados en un sistema de comunicaciones electrónicas.
- Reconocer las propiedades básicas del análisis de señales y sistemas, en el dominio del tiempo y la frecuencia.
- Implementar y operar diferentes circuitos osciladores para la generación de señales.
- Aplicar los conceptos de energía y potencial eléctrico y, su relación con la capacitancia y la corriente eléctrica.
- Manejar instrumentos, libros y manuales en el desarrollo de prototipos.
- Reconocer las diferentes formas análogas y digitales para la transmisión y recepción en sistema de comunicación.
- Aplicar los conceptos de la teoría ondulatoria para interpretar el funcionamiento de los sistemas y los dispositivos de uso corriente en el área de las telecomunicaciones como elementos fundamentales en el desarrollo de la tecnología
- Instalar, operar y mantener diferentes medios de transmisión guiados, utilizados en el transporte de información de las redes de telecomunicaciones, teniendo en cuenta parámetros y métodos de medida.
- Aportar soluciones prácticas, oportunas, adecuadas y económicamente viables, a la operación, instalación y mantenimiento de las redes, basadas en el conocimiento de la arquitectura de redes existentes, los modelos de referencia y los medios de transmisión.
- Conocer las redes celulares y su diseño
- Entender el funcionamiento de los sistemas satelitales y sus cálculos
- Diseñar, seleccionar, instalar, mantener, soportar y supervisar sistemas de telecomunicaciones y gestionarlos con criterios técnicos, económicos y acorde con estándares y normas vigentes.
- Identificar los tipos de redes de telecomunicaciones de última generación, y las diferentes técnicas de conmutación según sus características y funcionamiento.
- Ejecutar soluciones propuestas a problemas de tráfico en los sistemas conmutados.

**Nota: Certifico que la información contenida en este formato único de Hoja de Vida es cierta.**

*Edwin Andirabel G.*  
 Firma del Estudiante

*10/febrero/2015*  
 Fecha de elaboración

**TABLA 9: INFORMACIÓN TRABAJO DE GRADO**

 Institución Universitaria	EVALUACIÓN DE MODALIDAD TRABAJO DE GRADO Y PRÁCTICAS PROFESIONALES FACULTAD DE INGENIERÍAS	Código	FDE 090
		Versión	02
		Fecha	2014-10-14

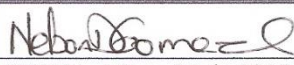
**INFORMACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO**

Título

**Medición de diámetro de campo modal en fibras ópticas mono-modo**

Programa Académico:	Telecomunicaciones	Tecnología	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingeniería
Modalidad Trabajo de Grado				
Proyecto de Grado	Práctica Profesional			Emprendimiento
Producto de Investigación	Prácticas en Laboratorios de Docencia o Investigación		<input checked="" type="checkbox"/>	Pasantías
Certificación	Reconocimiento Laboral			Cursos de Posgrado
Grupo de investigación:	Automática Electrónica y Ciencias Computacionales		Código proyecto	
Tipo de Informe (Solo aplica modalidad Proyecto de Grado)	Propuesta de Proyecto de Grado	de Proyecto de Grado		Informe Final de Proyecto de Grado
Estudiantes				
Nombre	Cédula		Correo electrónico	
Eduwin Aristizábal García	1017208300		edwinlqs17@gmail.com	
Asesor				
Nombre	Institución		Correo electrónico	
Nelson Dario Gomez Cardona	ITM		nelsongomez@itm.edu.co	

**CONCEPTO DEL JURADO EVALUADOR**

Concepto inicial sobre el trabajo de grado				
Aprobado sin modificaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	Se requieren modificaciones	<input type="checkbox"/>	Rechazado
Observaciones (Se pueden anexar hojas adicionales para una descripción más amplia de las observaciones) Evidenciar existencia de producto (Aplica sólo para producto de investigación)				
Jurados evaluadores	Nelson Dario Gomez Cardona			
Firma				
FECHA: Mayo 26 de 2015				

**TABLA 10: INFORMACIÓN TRABAJO DE GRADO**

FIRMA ESTUDIANTES	<u><i>Edelmira Aristizabal G.</i></u>
	_____
	_____
FIRMA ASESOR	<u><i>Nelson Gomez</i></u>
	_____
	_____
	FECHA ENTREGA: <u>03/06/2015</u>

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD	_____
	_____
RECHAZADO	_____
ACEPTADO	_____
ACEPTADO CON MODIFICACIONES	_____
	ACTA NO. _____
	FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD	_____
	_____
	ACTA NO. _____
	FECHA ENTREGA: _____

**TABLA 11: INFORMACIÓN ACADÉMICA**

 Institución Universitaria	FICHA TÉCNICA TRABAJO DE GRADO PARA REGISTRO EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN ACADÉMICA- SIA	Código	FDE 098
		Versión	02
		Fecha	2015-02-16

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

Título  
 Medición del diámetro del campo modal

Objetivo  
 Consulta de recomendaciones para la medición del diámetro del campo modal en fibras monomodo, Montajes experimentales para la medición del diámetro de campo modal, Análisis y ajuste de curvas, Informe

Plazo: Inicio 09 03 15 Fin 29 05 15

Intensidad Horaria Semanal	16		
Horas Práctica Social			
En funcionamiento – Negocio Incubado	SI		NO

**2. PERSONAL Y EMPRESA**

Empresa	
Representante	
Cargo	
Documento	
Dirección	
E-mail	
Teléfono	
Razón Social	
Asesor	
Jurado	

**3. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE**

Descripción

Alcance

**4. RECURSOS**

Recursos

**TABLA 12: INFORMACIÓN ACADÉMICA**

 Institución Universitaria	FICHA TÉCNICA TRABAJO DE GRADO PARA REGISTRO EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN ACADÉMICA- SIA	Código	FDE 098
		Versión	02
		Fecha	2015-02-16

**5. PARTICIPANTES**

Nombre	Cedula
Eduwin Aristizabal Garcia	1017208300
Observación	

**6. SEGUIMIENTO**

Seguimiento

Deserción				
Vinculación Laboral				
Práctica Profesional				
Trabajo de Grado Terminado	SI	X	NO	
Visita Empresarial Realizada	SI		NO	

**TABLA 13: CARTA DE DIVULGACIÓN**

 ITM Institución Universitaria	<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN DE                  DIVULGACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FGB 019
		Versión	01
		Fecha	2013-11-01

El(los) abajo firmante(s) autoriza(mos) al Instituto Tecnológico Metropolitano –Institución Universitaria, para que almacene, reproduzca, modifique, comunique públicamente, publique, permita la reproducción y descarga de la obra, la divulgue o dé a conocer, por cualquier medio conocido o por conocer, sin restricción de tiempo, modo, lugar, número de ejemplares y medio, incluyendo pero no limitándose a su reproducción, comunicación y divulgación, en el Repositorio Institucional o cualquier otra plataforma gestora de contenidos conocida o por conocerse y adoptada por la Institución, facilitando así que la totalidad de la obra sea conocida permitiéndole al público en general su consulta, descarga e impresión gratuita, con fines académicos pero aclarando que pese a lo anterior -y en cualquier caso-, se respetarán sus derechos morales de autor y nadie podrá usar la obra o explotarla para fines diferentes a la consulta o investigación sin fines de lucro, ni alterarla o transformarla generando una obra derivada, sin la autorización expresa y previa de sus autores.

El(los) abajo firmante(s) declara(n) que la obra es original y fue realizada por él/ella/ellos/ellas de forma individual, sin violar o usurpar derechos de propiedad intelectual o derechos legales o contractuales de terceros. En caso de presentarse cualquier tipo de reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de Propiedad Intelectual que recaigan sobre la obra el/los firmante(s) asumirá(n) toda la responsabilidad legal y patrimonial y saldrá(n) en defensa del ITM. Por tanto, para todos los efectos legales, disciplinarios, administrativos y patrimoniales, el ITM actúa como tercero de buena fe.

Facultad: Ingeniería

Programa: Tecnología de Telecomunicaciones

Nivel: Pregrado  Especialización \_\_\_\_\_ Maestría \_\_\_\_\_ Doctorado \_\_\_\_\_


Modalidad de trabajo de grado: Prácticas de laboratorio

Título del trabajo de grado: Medición del diámetro de campo modal

Restricciones a la publicación de la Obra:

a. Derechos de propiedad intelectual pertenecientes a terceros \_\_\_\_\_

**TABLA 14: CARTA DE DIVULGACIÓN**

	<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN DE DIVULGACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FGB 019
		Versión	01
		Fecha	2013-11-01

b. Acuerdos, contratos o cláusulas de confidencialidad suscritas con el ITM y/o con terceros NO Quienes? NA

Fecha NA Lugar donde reposa el acuerdo, contrato o cláusula NA

c. Licencias exclusivas concedidas a terceros ninguna

d. Cesiones totales o parciales realizadas con terceros ninguna

e. Contratos de edición o producción celebrados con terceros NA

f. Ha publicado la obra o sometido la obra para aprobación en publicaciones científicas o académicas? NA Nombre de la(s) Publicación (es) NA

Fecha en la que se sometió la obra o fue publicada NA

g. Los términos de referencia de la publicación exigen la cesión de los derechos patrimoniales de autor o la licencia exclusiva? NA

h. La obra ha sido o está siendo evaluada actualmente por la Oficina o encargados de Transferencia Tecnológica del ITM? NA

i. La obra ha sido o está siendo evaluada por la Oficina o encargados de Emprendimiento del ITM? NA

Nombre(s) y Apellidos:

Firmas:

Eduwin Aristizabal Garcia

Eduwin Aristizabal G.  
C.C. # 1017208300

\_\_\_\_\_  
C.C. #

\_\_\_\_\_  
C.C. #

\_\_\_\_\_  
C.C. #

\_\_\_\_\_  
C.C. #

**TABLA 15: REGISTRO DE ACTIVIDADES Y CUMPLIMIENTO DE HORAS**

Institución Universitaria		MODALIDAD PRÁCTICA TALLERES Y LABORATORIOS DE DOCENCIA O INVESTIGACIÓN DEL ITM			Código	FDE 146		
		Registro de actividades y cumplimiento de horas			Versión	01		
					Fecha	2015-03-13		
Documento de identidad:		1017208300						
Nombre completo del estudiante:		Edwin Aristizabal Garcia						
Programa académico ITM:		Tecnología Telecomunicaciones						
Nombre completo del Docente Asesor:		Nelson Gomez						
Fecha inicio práctica:		Marzo 9/15	Fecha fin práctica:		Mayo 29/15			
Nombre Taller o Laboratorio:		Laboratorio de Óptica Fotónica y Visión artificial						
Ubicación:								
Campus:		Fisioterapia						
Fecha	Actividad desempeñada por el estudiante		Hora ingreso	Hora salida	Total horas	Firma Laboratorista	Firma Docente Asesor	Firma Estudiante
A	M	D						
15	03	01	Consulta teoria a trabajar	08:00	04:00	8		Nelson Gomez Edwin Aristizabal
15	03	12	Consulta teoria a trabajar	08:00	04:00	8		Nelson Gomez Edwin Aristizabal
15	03	16	Diseño de montaje	08:00	04:00	8		Nelson Gomez Edwin Aristizabal
15	03	19	Diseño de montaje	08:00	04:00	8		Nelson Gomez Edwin Aristizabal
15	03	23	Implementacion de montaje	08:00	04:00	8		Nelson Gomez Edwin Aristizabal
15	03	26	Implementacion de montaje	08:00	04:00	8		Nelson Gomez Edwin Aristizabal
15	03	30	Alineacion de Interferometro	08:00	04:00	8		Nelson Gomez Edwin Aristizabal
15	04	02	Programar motor	08:00	04:00	8		Nelson Gomez Edwin Aristizabal
15	04	06	Programar motor	08:00	04:00	8		Nelson Gomez Edwin Aristizabal
15	04	09	Programar motor	08:00	04:00	8		Nelson Gomez Edwin Aristizabal

**TABLA 16: REGISTRO DE ACTIVIDADES Y CUMPLIMIENTO DE HORAS**

15 04 13	Implementacion de montaje	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 04 16	Implementacion de montaje	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 04 20	Implementacion de montaje	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 04 23	Alineacion de montaje	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 04 27	Alineacion de montaje	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 04 30	Alineacion de montaje	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 05 04	Estudio de datos	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 05 07	Estudio de datos	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 05 11	Implementacion de Camara	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 05 14	Implementacion de Camara	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 05 14	Implementacion de Camara	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 05 21	Estudio de datos	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 05 25	Estudio de datos	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
15 05 28	Finalizacion de montajes	08:00	04:00	8	Nelson Gomez	Educa Aristobol
				<b>TOTAL HORAS</b>	192	

Educa Aristobol  
 Firma Estudiante

Nelson Gomez  
 Firma Docente Asesor

Nombre y Firma Profesional Universitario - Centro de Laboratorios o Líder del Grupo de Investigación

## TABLA 17: CARTA DE TERMINACIÓN DE PRÁCTICAS

Medellín, 27 de mayo de 2015

Señores  
Oficina de Prácticas  
Instituto Tecnológico Metropolitano  
Ciudad

Cordial saludo.

El estudiante **Eduwin Aristizábal García**, identificado con cédula de ciudadanía 1.017.208.300, culminó satisfactoriamente las actividades relacionadas con su trabajo de grado de tecnología en telecomunicaciones, en la modalidad de *Prácticas en Talleres o Laboratorios de Docencia o Investigación*. Las prácticas se realizaron en el Laboratorio de Óptica, Fotónica y Visión Artificial bajo mi asesoría.

Atentamente,



Nelson Dario Gómez Cardona  
Cédula 71.779.814

ado.  
SOP  
27/05/2015