

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CURSO DE INSTRUMENTACIÓN
ELECTRÓNICA DIRIGIDO A PERSONAS DE BAJOS RECURSOS BASADO EN UN
EJEMPLO DE DISEÑO: SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS PARA UNA
CALDERA”.

Presentado por:

FREDDY BARÓN PULIDO

Director:

FERNANDO RIVERA INSIGNARES

TRABAJO DE GRADO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

FACULTAD DE POSTGRADOS

COLOMBIA

2014

Dedicatoria

Al Señor y a La Santísima Virgen porque gracias a ellos emprendí esta nueva etapa de aprendizaje tan hermosa. Prácticamente esta especialización fue un regalo del Señor y por pura iniciativa de la Santísima Virgen donde la Gracia siempre estuvo presente.

A mi esposa María, por su acompañamiento, comprensión y paciencia durante todo el proceso, porque cada sonrisa de su rostro es un motivo para seguir trabajando.

A mis papas, por su apoyo incondicional y compañía. Porque siempre han estado dispuestos a apoyarme en la realización de todos mis sueños.

A la Universidad Santo Tomas por ser ese lugar donde Dios ha manifestado su gracia y misión.

Al profesor Fernando Rivera por compartirnos su conocimiento y experiencia de una manera siempre alegre en el área de la automatización.

Tabla de Contenido

Dedicatoria	2
Tabla de Contenido	3
Índice de Ilustraciones.....	7
Índice de Tablas	8
1. Introducción	9
2. Objetivos	11
2.1. Objetivo General.....	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. Desarrollo del Curso.....	12
3.1. Conceptualización del curso	12
3.1.1. Caso de negocio.	12
3.1.1.1. Antecedentes.	12
3.1.1.2. Problema a solucionar.	13
3.1.1.3. Justificación.....	14
3.1.2. Objetivo del Curso.	16
3.1.2.1. Descripción del Curso.	16
a. Infraestructura.	17

b. Funcionamiento.....	17
c. Contenidos.....	17
3.1.3. Ingeniería Conceptual	18
3.1.3.1. Marco Teórico.....	18
a. Descripción de La Realidad Actual.....	18
b. Estado del Arte.....	28
3.1.3.2. Especificaciones de Funcionamiento.....	31
a. Nombre del Proyecto.....	31
b. Objetivo del Proyecto.....	32
3.1.3.3. Funcionamiento del proyecto.....	32
a. Presencial.....	32
b. Remoto.....	33
a. Contenidos del Curso.....	34
b. Gestión Curricular.....	34
c. Administrativo.....	34
d. Soporte.....	34
3.1.3.4. Especificaciones de Montaje.....	34

a.	Software de Gestión.	34
b.	Software de Simulación.	34
c.	Especificaciones de Equipos de incendio.....	34
d.	Especificaciones Eléctricas.	35
e.	Especificaciones equipos de sistemas.	36
f.	Estación Compacta de trabajo.....	37
g.	Salón de Clase.	37
h.	Software de Simulación de Calderas.....	37
3.1.3.5.	Requerimientos Legales.	37
3.1.3.6.	Limitantes del Proyecto.....	38
a.	Nivel Organizacional.....	38
b.	Legal.....	38
3.1.3.7.	Riesgos del Proyecto.....	39
a.	Identificación de Riesgos.	39
b.	Gestión de riesgos.	39
3.2.	Ingeniería Básica	40
3.3.	Ingeniería de Detalle.....	42

3.3.1.	Diagramas y planos del curso.	42
4.	Componentes y Costo del Proyecto.	46
4.1.	Estructura de Costos	46
4.2.	Cronograma del Proyecto.	48
5.	Bibliografía.....	63
6.	Anexo A	65
7.	Anexo B.....	68

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Esquema de la práctica propuesta por la USB de Medellín.....	31
Ilustración 2. Diagrama de Bloques Ingeniería Básica.....	41
Ilustración 3. Estructura del curso por horas	43
Ilustración 4. Organización de los temas y su intensidad por horas.	44
Ilustración 5. Modelo de Curso (Metodología)	45
Ilustración 6. Cronograma Resumido	48

Índice de Tablas

Tabla 1. Tasa de Desempleo 1990-2000.....	21
Tabla 2. Tasa de Empleo y Desempleo 2012-2013.	22
Tabla 3. Cargos en un Proyecto	24
Tabla 4. Costos Fijos.	49
Tabla 5. Mano de Obra	54
Tabla 6. Dotación para Implementación.....	55
Tabla 7. Gastos o Logística de Instalación	56
Tabla 8. Herramienta	57
Tabla 9. Costos Variables	60
Tabla 10. Duración del Proyecto	61
Tabla 11. Costo Total del Proyecto	61
Tabla 12. Negociación del Proyecto	62

1. Introducción

En los últimos años se ha presentado un acelerado aumento en la aplicación de las tecnologías de automatización e instrumentación electrónica en la industria manufacturera, en la industria del petróleo y de proceso. Se han desarrollado dispositivos e instrumentos cada vez más avanzados que han mejorado los tiempos de fabricación, los riesgos de accidentes y la reducción de costos en una empresa. Así mismo, junto a todo este gremio de la instrumentación, se han venido diseñando e instalando sistemas que sirven para la protección contra incendios, cuyo principio y operación se basa en la detección, anunciación y control a nivel electrónico de las distintas variables que pueden intervenir en la propagación de un incendio.

Todas estas herramientas de automatización, instrumentación y detección implementadas en la industria han venido acompañadas de un fenómeno social que, debido a su mala aplicación, ha golpeado al ser humano de forma dramática: el desempleo, el desplazamiento de mano de obra y la deshumanización. Aunque esta situación no va ser objeto de estudio profundo en el presente documento, si se pretende afrontar el problema desde un campo de aplicación: la capacitación a personas de bajos recursos en temas de instrumentación y control.

En consecuencia se aprovechara la creciente demanda de mano de obra calificada y no calificada en la instalación, configuración y mantenimiento de sistemas de instrumentación y detección de incendios para el diseño, implementación y funcionamiento de un curso de Instrumentación Electrónica basado en un ejemplo de diseño: Sistema de Detección de Incendios en una Caldera. El curso estará dirigido especialmente a personas de bajos recursos que tienen el gusto y la vocación por la Instrumentación Electrónica y sus diferentes ramas. El curso se

estructurara en 3 elementos fundamentales: lecturas previas, tareas y ejercicios de diseño en laboratorio (virtual o presencial).

Dentro del desarrollo del presente documento se exponen los antecedentes, el problema a solucionar y la justificación del porque un curso de instrumentación electrónica dirigido a personas de bajos recursos. Después de presentar los objetivos del curso, se realiza la ingeniería conceptual, básica y de detalle para el desarrollo, implementación y funcionamiento del curso.

Con toda esta información organizada se procede a la realización del presupuesto del proyecto: ¡cuánto le costaría a una fundación u organización la implementación del curso! Su punto de partida es la realización del árbol de tareas dentro del cronograma. El costo del todo el proyecto se calcula, desde la idea de negocio, hasta la entrega de los certificados una vez aprobado el curso por los estudiantes. El desarrollo pasa por los costos de realización de la ingeniería conceptual, básica y de detalle; logística para contratación de personal, desarrollo de documentación y software, convocatoria de alumnos, importación de equipos, instalación y adecuación del salón, inscripciones, inicio de clases, desarrollo de las temáticas y laboratorios con la metodología planteada, entre otros.

Finalmente se presenta un precio de venta mínimo que, después de aplicado un descuento, se llega a un precio de venta público.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Presentar de manera presupuestal el diseño, implementación y funcionamiento de un curso para personas de bajos recursos sobre Instrumentación Electrónica basado en un ejemplo de diseño: Sistema de Detección de incendios y Seguridad en una Caldera.

2.2. Objetivos Específicos

Capacitar a personas de bajos recursos, con vocación a la Instrumentación Electrónica para el fortalecimiento de su perfil ocupacional y tener más posibilidad de empleo dentro del gremio de la automatización, detección e instrumentación.

Fortalecer los conocimientos y las habilidades en el área de la Detección de Incendios e Instrumentación de Seguridad: panel de control de incendios, detectores de humo, temperatura, llama, gas, notificación, sensores de presión, flujo, caudal, válvulas de seguridad, instalación de tubería, cableado, entre otros.

Por medio de la realización de lecturas previas, la participación en tutorías, laboratorios y la realización de tareas en la casa se busca que el estudiante pueda identificar la relación entre la teoría y la práctica dentro de los sistemas de Detección de Incendios al interior de una caldera.

Comprender las diferentes fases para la formulación, implementación y operación de proyectos de ingeniería así como también el estimado de costos y la futura negociación con el cliente.

3. Desarrollo del Curso

3.1. Conceptualización del curso

3.1.1. Caso de negocio.

3.1.1.1. Antecedentes.

Hoy en día, tanto en Bogotá como en las demás ciudades de Colombia, se siguen presentando índices de pobreza y miseria en las familias. Existen actualmente poblaciones vulnerables que no tienen acceso a la educación y mucho menos al aprendizaje de la tecnología, en especial a la Instrumentación Electrónica y al tema de la Seguridad Electrónica (Detección de Incendios).

A muchas personas de estratos 1 y 2, les es difícil asistir a un aula de estudio o asistir a un laboratorio de prueba en temas relacionados con la tecnología. Si estudian algo lo tienen que hacer muchas veces a través de internet con una educación a distancia y sin embargo, se encuentran con la carencia de dinero para pagar el servicio de navegación. El número de población con estas características y sin capacidad de estudio se ve en aumento. Y muy pocas organizaciones se han encargado de ayudar a que esta situación vaya disminuyendo.

Paralelo a esta situación es necesario también mencionar un aspecto que también ha influido fuertemente en la sociedad: el notable crecimiento del uso de la tecnología en los procesos industriales, en la instrumentación electrónica y en la automatización. Los procesos requieren cada vez de equipos especializados de medición y de control. Las fábricas cada vez automatizan sus líneas de producción reduciendo tiempos y costos. Esto también ha generado un dramático desplazamiento de mano de obra (Este no será alcance de este proyecto, pero es necesario nombrar esta problemática).

En consonancia a este auge la instrumentación electrónica se le suma un área no muy antigua dentro de ésta: La Detección de Incendios. Esta pequeña área de la instrumentación, está teniendo en las últimas décadas, un crecimiento aceleradísimo. Las organizaciones, los gobiernos y demás instituciones, están asumiendo normatividades y leyes que obligan a los usuarios finales a instalar en sus empresas, apartamentos, colegios, hospitales, en general, sistemas de detección de incendios para proteger las vidas de sus ocupantes, proteger su patrimonio y reducir al máximo las pérdidas a la hora de suceder un incendio.

Todos los equipos de instrumentación, control y detección de incendios necesarios para la adquisición de datos en un proceso de automatización y protección de la vida de las personas, requieren de infraestructura eléctrica y civil para su funcionamiento. Esto es: instalación de una acometida eléctrica para su alimentación, lazos de comunicación entre dispositivos con el panel principal, trabajos en alturas, instalación de soportería, tubería, cableado, instalación de equipos y configuración, entre otros.

3.1.1.2. Problema a solucionar.

Por medio de la implementación y funcionamiento de un curso de instrumentación electrónica fundamentado en un ejemplo de diseño: Sistemas de Detección de incendios de una Caldera, se busca capacitar a personas de bajos recursos para el fortalecimiento de su perfil ocupacional y de esta manera tener mejores oportunidades de empleo en esta área de la instrumentación.

A través de la metodología de lecturas previas, tareas y ejercicios de diseño, se busca la motivación del estudiante para el estudio de la Instrumentación Electrónica. Con esta

metodología, el estudiante desarrollara más su capacidad de aprendizaje y entendimiento de los contenidos.

3.1.1.3. Justificación.

Observando estas dos realidades: el aumento de necesidad en personas de estratos bajos y el crecimiento acelerado del uso de la instrumentación electrónica y los sistemas de detección de incendios, se presenta una herramienta de apoyo que unificaría estas dos realidades reduciendo el impacto social que ha tenido el mal uso de la tecnología sobre los estratos bajos.

A través de un curso de instrumentación orientado a personas de bajos recursos, se lograra capacitar mano de obra calificada y no calificada para la instalación y configuración de sistemas automatizados y de detección de incendios.

El curso hará que cada vez más personas de bajos recursos conozcan y se familiaricen con las tecnologías de la instrumentación y control. Logrará también un acercamiento y actualización a las normatividades y leyes aplicables en la instalación y configuración de equipos de automatización y detección de incendios.

Académicamente se ha comprobado que el sistema tradicional de enseñanza ha generado fallas entre la teoría y la práctica. La profundidad teórica, cuando no está claramente relacionada con la aplicación práctica puede ser percibida con dificultad y los estudiantes no son capaces de identificar por cuenta propia la respectiva conexión. El estudiante solo estudiaría por pasa una nota.

Como resultado de la evaluación del nuevo sistema se encontraron unos objetivos primordiales¹:

- + Participación de los estudiantes en las tutorías.
- + Gran énfasis en ejemplos prácticos.
- + Nivel de conocimientos previos de los estudiantes durante las primeras lecturas/tutorías.
- + Promoción continua y colaborativa en el esfuerzo por el aprendizaje.

Esta metodología aplicada a personas de bajos recursos permitiría su participación activa en las clases, conocimientos previos de los temas a exponer, experiencia directa con equipos y marcas aplicadas a la solución y la futura promoción de sus potencialidades en un mundo laboral competitivo.

Enseñarles a las personas de estratos bajos es la gran oportunidad que ellos tendrían para ser partícipes en el progreso y desarrollo de una sociedad, permitiéndoles alcanzar un empleo digno, bien remunerado y bastante competitivo, tal es el caso de la automatización y los sistemas de detección de incendios.

Junto con esta formación técnica especializada, se hace necesaria una amplia profundización en la formación de valores éticos y morales. Hoy en día se ha comprobado que a medida que el hombre en general experimenta un profundo crecimiento a nivel científico y racional, ha vivido con profunda preocupación, el decaimiento de sus valores fundamentales y

¹ Annika Eichler, Christian Hoffmann, Christian Kautz, and Herbert Werner. **Design of Tutorial Activities and Homework Assignments for a Large-Enrollment Introductory Course in Control Systems**. 10 th. IFAC Symposium Advances in control Education. August 28-30, 2013. Sheffield, UK.

éticos. Para ello es fundamental rescatar y enseñar principios éticos y morales que permitan a la persona descubrir con su propia experiencia que no solo se trabaja en la electrónica por una necesidad o por dinero, sino también se trabaja por la búsqueda de un sentido y en respuesta a una vocación que contribuyen a la realización integral de las personas.

Con estos principios se logra solucionar, aunque no completamente, el impacto social que ha tenido en estas últimas décadas el crecimiento acelerado de la automatización y la tecnología sobre las clases sociales y obreras menos favorecidas.

3.1.2. Objetivo del Curso.

3.1.2.1. Descripción del Curso.

La solución que se plantea está basada en la implantación de un curso de instrumentación electrónica cuyo eje fundamental está basado en un ejemplo de diseño: Sistema de Detección de Incendios para una Caldera. A través de ésta situación particular se presenta un modelo de capacitación en Instrumentación Electrónica estructurado en tres elementos fundamentales: lecturas previas, tareas, ejercicios de diseño en casa y tutorías semanales que refuerzan lo estudiado y ejercitado.

El curso, a través del ejemplo de diseño, permite al estudiante identificar la relación entre lo teórico y lo práctico dentro del marco de los sistemas de Automatización y Detección de Incendios al interior de una Caldera. El principal objetivo del curso es estar dirigido a personas de bajos recursos que hayan descubierto su gusto por el área de la instrumentación y control aplicados a la detección de incendios (Fire & Gas) al interior de una caldera.

La solución propuesta está estructurada en 3 partes:

a. **Infraestructura.** Consiste en la implementación de hardware y software del curso con todos sus componentes. Físicamente consta de un laboratorio para pruebas y clase, compuesto por computadores alimentados de una red eléctrica que permitirá la conexión de otros equipos de apoyo como multímetros y equipos de medición; todo esto para formar unos bancos de trabajo donde se realizarían las prácticas presenciales. Además de esto se instalara un panel de detección de incendios con sus periféricos, una estación de trabajo marca FESTO, un servidor, una herramienta de software para comunicación remota y simulación de procesos en presión, temperatura, caudal, nivel y una oficina para la gestión general del curso (manejo curricular y administrativo).

b. **Funcionamiento.** El curso está compuesto de unos contenidos teóricos y prácticos que se enseñaran de manera presencial (Nivel 1) y virtual (Nivel 2). El nivel 1 lo realizaran las personas que viven en Bogotá. El nivel dos lo realizaran personas que viven en otras ciudades.

Para la administración del curso se llevara un registro de notas, asistencia y certificados. Tendrá a su cargo personas que administren tanto el Nivel 1 como el 2.

Para que el curso se pueda mantener se buscara apoyo de ONG's, Universidades o fundaciones que estén interesadas en la formación de personas de bajos recursos. El curso buscara alianzas con instituciones que quieran intervenir en el proceso.

c. **Contenidos.** Estos ayudaran a la formación teórico-práctica de las personas. Su base fundamental será la Instrumentación Electrónica, acompañado de los conceptos en Sistemas de Detección de Incendios, Fire & Gas, funcionamiento de Calderas, principios

en eléctricos y civil para instalación de tubería, cableado, áreas clasificadas, normatividad vigente, así como también profundización en principio éticos y valores.

3.1.3. Ingeniería Conceptual

3.1.3.1. Marco Teórico

a. Descripción de La Realidad Actual.

Aspecto Laboral-Social. La realidad actual muestra una tremenda situación para el hombre en América Latina: “Existen muchos estudios sobre la situación del hombre latinoamericano. En todos ellos se describe la miseria que margina a grandes grupos colectivos. Esa miseria, como hecho colectivo, es una injusticia que clama al cielo.

Quizás no se ha dicho suficientemente que los esfuerzos llevados a cabo han sido capaces, en general, de asegurar el respeto y la realización de la justicia en todos los sectores de las respectivas comunidades nacionales. Las familias no encuentran muchas veces posibilidades concretas de **educación** para sus hijos. La juventud reclama su **derecho a ingresar en la universidad o centros superiores de perfeccionamiento intelectual o técnico-profesional**; la mujer, su igualdad de derecho y de hecho con el hombre; los campesinos, mejores condiciones de vida; o si son productores, mejores precios y seguridad en la comercialización. La creciente clase media se siente afectada por la falta de expectativa. Se ha iniciado un éxodo de profesionales y técnicos a países más desarrollados. **Los pequeños artesanos e industriales son presionados por intereses mayores y no pocos grandes industriales de Latinoamérica van pasando progresivamente a depender de empresas mundiales.** No podemos ignorar el fenómeno de esta casi universal frustración de legítimas aspiraciones que crea el clima de angustia colectiva que estamos viviendo.

La falta de integración sociocultural, en la mayoría de nuestros países, ha dado origen a la superposición de culturas. En lo económico se implantaron sistemas que contemplan sólo las posibilidades de sectores con alto poder adquisitivo.”²

En los últimos años Colombia ha tenido gran avance en lo referente a adquisición de nuevas tecnologías. La automatización, la Seguridad Electrónica, las tecnologías de la información y las telecomunicaciones han aportado grandes beneficios a la economía e industria Colombianas. En las universidades, institutos y centros de formación técnica, tecnológica y profesional se hace especial énfasis en la investigación, manejo de nuevas tecnologías, actualización y formación de un espíritu innovador científico; además el área de control y automatización llaman mucho la atención del estudiante.

“...Teniendo presente que en realidad, somos el mercado latinoamericano más grande después de Brasil, México. Nuestra población es mayor que la de Argentina. Nuestro PIB ya superó la barrera de los cien mil millones de dólares. No es por azar que en, materia de literatura y en general de cultura somos tan diversos, ricos y admirados. Somos también el país cuya localización geográfica y extensión territorial, lo convierten en el sitio de mejor conveniencia estratégica para la integración hemisférica...”³

Como se puede ver, este país no solo es rico en lo anteriormente mencionado, también lo es, en las personas que conviven en él. Ahora, volviendo al tema de la automatización:

² Santo Padre y Los Obispos. **Documento de Medellín II Conferencia General del Episcopado Latinoamericano**. P1 La Justicia. 1 Hechos. P1 y P2. Proyecciones Pastorales, 1968.

³ Memorias del Séptimo Seminario Regional de Diseño de Plantas Industriales. Medellín, 14 de mayo de 1999. Tomado de Internet.

"Colombia no es un país subdesarrollado, en él la automatización es una ciencia que se vive todos los días, que cambia muy a menudo..." palabras de Francis Artigue, director del Centro de Estudios y de Investigaciones en Mecánica y Automatización, CERMA, de la Universidad d'Evry, Francia.⁴ Aunque resultaría atrevido afirmar que Colombia es un país desarrollado, sí se puede afirmar que muchas áreas de la industria han crecido aceleradamente debido a la aplicación de tecnologías de punta. Sin embargo, resulta contradictorio que, a pesar de este sorprendente desarrollo industrial, Colombia sigue siendo un país pobre, desigual y expoliado de sus recursos naturales.

Estando ya en el 2002 siguen presentándose problemas como: aumento de desempleo, empresas que quiebran, injusticia social, delincuencia, corrupción política, contaminación y, ni hablar de movimientos guerrilleros y paramilitares que aterrorizan el país. En las Tablas 1 y 2 se observa la problemática del desempleo en Colombia.

En las figuras se observa como los índices de desempleo se mantienen casi que constantes desde el año 2000. Aunque en 2013 parece reducir el desempleo, se ve como esta cifra a través de los años varía casi en forma aleatoria.

⁴ COLOMBIA CADA VEZ MÁS CERCA DE LA AUTOMATIZACIÓN. AUPEC. Artículo bajado de Internet.

Tabla 1. Tasa de Desempleo 1990-2000.

Colombia, tasa de desempleo en 7 áreas metropolitanas 1990 – 2000				
AÑO	Encuestas de			
	Marzo	Junio	Septiembre	Diciembre
1990	10.1	10.9	10.2	10.6
1991	10.8	10.8	9.8	9.5
1992	10.8	11.2	9.2	9.8
1993	9.7	9.1	7.8	7.8
1994	10.2	9.9	7.6	8.0
1995	8.1	9.0	8.7	9.5
1996	10.2	11.6	12.0	11.3
1997	12.3	13.4	12.1	12.0
1998	14.4	15.9	15.0	15.6
1999	19.5	19.9	20.1	18.0
2000	20.3	20.4	20.5/p	

/p: preliminar FUENTE: DANE. Encuesta Nacional de hogares.

Las siete áreas metropolitanas corresponden a las ciudades de:

Medellín, Santafé de Bogotá, Cali, Barranquilla, Bucaramanga,
Manizales y Pasto.

Tabla 2. Tasa de Empleo y Desempleo 2012-2013.

Tasas de empleo y desempleo - Porcentaje de fuerza de trabajo		
Trece ciudades con sus áreas metropolitanas - Información mensual disponible a partir de 2012		
2013-06	59.89	11.17
2013-05	60.96	10.44
2013-04	59.43	10.73
2013-03	59.24	11.64
2013-02	58.71	12.30
2013-01	58.49	13.08
2012-12	60.36	10.22
2012-11	61.56	9.85
2012-10	61.26	10.16
2012-09	60.34	10.71
2012-08	60.74	10.46
2012-07	60.76	11.50
2012-06	60.44	11.33
2012-05	60.17	11.85
2012-04	59.26	11.37
2012-03	60.44	10.98
2012-02	57.83	12.46
2012-01	57.81	13.29
Fuente: datos tomados de la Encuesta nacional de hogares (ENH), etapas 67 a 104, Encuesta continua de hogares (ECH) y Gran encuesta integrada de hogares (GEIH). Encuestas suministradas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (http://www.dane.gov.co).		

Aunque los niveles de desempleo permanecen casi constantes en estos últimos 13 años, si se ve una leve disminución de este con un aumento en los niveles de empleo en el mismo periodo. La participación de mano de obra no calificada, técnica y tecnológica en la instalación de equipos de automatización y detección de incendios va en aumento. Se requieren cada día instaladores en tubería, cableado y periféricos. A medida que estas personas se van formando aumenta su participación en trabajos específicos mejorando sus condiciones laborales.

Un técnico que se forme como programador, puede realizar labores de configuración de paneles de control de incendios, controladoras y software específicos. Su formación se hace ya necesaria en una empresa y puede aspirar a mejores condiciones laborales.

Una persona que carece totalmente de conocimientos en electricidad, cableado y tubería, si recibe una formación básica en instalación de tubería, cableado, fundamentos en impedancias, electricidad y electrónica, podría aspirar ya a un cargo de instalador. De esta manera tendrá la oportunidad de poner en práctica estos conocimientos y ganar experiencia. Incluso muchas empresas prefieren personal no tan calificado para contratación, de esta manera conocerían las marcas de los equipos y marcas que estas representan y venden.

En la Tabla 3 se presenta el cuadro de Mano de Obra para una instalación de equipos de detección de incendios en un proyecto específico.

Tabla 3. Cargos en un Proyecto

	Director de Obra
	Ingeniero Programador
	Ingeniero Residente de Obra
	Ingeniero HSEQ (Según el caso)
	Oficial Eléctrico
	Técnico Especializado
	Ayudante Con Certificado de altura
.1	Ayudante Raso
.2	Soldador Calificado
.3	Soldador No Calificado
.4	Tubero
.5	Instrumentista
.6	Roscador
.7	Almacenista
.8	

En la Tabla se observa cómo se requiere mano de obra calificada (Instrumentista, Soldador Calificado, ayudante con certificado de altura) y no calificada (Ayudante raso, soldador no calificado, Tubero, roscador, almacenista, etc.). Los trabajadores que se encuentran en cuadros sombrados son muy necesarios en obra. En labores de instalación son los que realizan el trabajo operativo necesario para el funcionamiento del objeto del proyecto.

A medida que se van formando su trabajo se va valorizando. Analizando esta realidad se ve como las personas de bajos recursos aplican para este tipo de trabajos.

Aspecto Industrial. Dentro de este aspecto vale la pena mencionar el gran avance en materia de automatización, instrumentación, control y detección de incendios.

Hoy en día se ve como los procesos industriales se van automatizando, se ve la importante aplicación de la programación y el control para agilizar tiempos y reducir costos. Es necesario hacer un paréntesis con respecto a la aplicación de estas tecnologías y es que su aplicación debe ir en favor de la dignidad humana, no en su contra. Se menciona esto ya que se ha constatado como la automatización de los procesos ha reemplazado mano de obra y ha generado desempleo en muchas empresas. *“...El tipo de sociedad industrial tiende, poco a poco, a predominar arrastrando a algunos países hacia una economía de opulencia y transformando radicalmente ancestrales concepciones y condiciones de vida social. De una manera análoga, el tipo de civilización urbana y el afán por entrar en ella sigue en incesante progreso, ya sea por la dilatación de las ciudades o por el incremento de su población, ya por el movimiento que traslada los modos de vivir de la ciudad hasta las zonas rurales... Esta evolución se hace más evidente en las naciones que se benefician ya de las ventajas del progreso económico y técnico; pero también actúa en los pueblos en vías de desarrollo, que aspiran a obtener para sí las ventajas de la industrialización y de la urbanización...”*⁵

Aunque este tema no es alcance de este proyecto, se hace el llamado a que la aplicación de la automatización sea un complemento en el trabajo rutinario y de desgaste que debe realizar el hombre en un proceso repetitivo, pesado y muchas veces de riesgo. La máquina será ayuda para

⁵ Concilio Vaticano II. (GS. 6)

el hombre y en algunas ocasiones será su reemplazo siempre y cuando no destruya su dignidad laboral y personal. La máquina debe más bien contribuir a la realización del hombre como trabajador y persona, generándole más espacios y tiempo para el descanso o para su crecimiento personal, familiar, profesional o en áreas en que desee desarrollarse.

Continuando con el avance de la tecnología en la industria, está el área de la detección de incendios. En los últimos años los países van asumiendo normas y leyes para la obligatoria instalación de los sistemas de detección en la industria, en edificaciones, hospitales, petroleras, hidroeléctricas, apartamentos, etc. Dentro de esta normatividad se encuentra el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y toda la normatividad que el gobierno Colombiano acoge de la National Fire Protection Association. Esto hace que crezca la demanda de equipos para detección como, detectores de humo, temperatura, módulos de control, módulos de monitoreo, de descarga, estaciones manuales, sirena estrobo, detectores de gas y de llama. Dentro de las industrias que más demandan este tipo de equipos para proteger la vida de las personas y la propiedad están la industria petrolera, hidroeléctricas, edificios de oficinas, de apartamentos, bodegas de almacenamiento de productos de madera, papel, químicos, industria del proceso y químicos.

A continuación se presenta un extracto del diario el Tiempo sobre la obligatoria instalación de sistemas contraincendios: Obligatoriedad de Ley de Bomberos.⁶

Sistemas contra incendios serán obligatorios.

⁶ Chamie, Katya. www.eltiempo.com. Sección Política, 15 de Octubre de 2012.

La Ley de Bomberos ordena extintores, escaleras de evacuación y detectores de humo.

Los colombianos deberán cambiarse el 'chip' en temas de prevención y seguridad, una vez se reglamente la Ley General de Bomberos, sancionada por el presidente Juan Manuel Santos el 21 de agosto pasado. **Será obligatorio tener un extintor, una escalera y un hacha, además de zonas de ventilación y pasillos amplios en los inmuebles.**

"Así como la gente se educó para ponerse el cinturón de seguridad en el carro, pasará lo mismo con este tema de prevención", dice Carlos Augusto Rojas, representante a la Cámara y promotor de la ley.

A partir de la fecha de reglamentación de la medida -que tendría lugar a mediados o finales del 2013-, habrá un año, aproximadamente, para hacer ajustes a las construcciones. Eso incluye a viviendas, bares, restaurantes, salas de cine, teatros y grandes superficies.

En los edificios de más de cuatro pisos "deberá instalarse una red hidráulica -tubería que permite montar gabinetes de incendios-, detectores de humo, amplios pasillos y sistemas de evacuación lumínicos para demarcar las salidas", agrega Rojas. Las remodelaciones tendrán los mismos requerimientos.

En casas es más sencillo. Para las casas o los edificios de menos de cuatro pisos (incluye bares, restaurantes y pequeñas salas de cine) las exigencias cambian. Así lo explica el capitán Andrés Miranda, coordinador nacional del Cuerpo de Bomberos: "Deberán instalar un sistema con detectores de humo, extintores y escalera".

Aspecto Pedagógico. EL modelo pedagógico ha pasado por momentos en que la represión y la amenaza han sido el único mecanismo de presión para que un estudiante cumpla con su deber

académico. Esto ha generado miedo y desmotivación en los alumnos creando un clima de tensión y desconfianza entre el estudiante y el profesorado. El alumno estudiaría con el solo afán de pasar una materia o estudiar por una nota con el riesgo frecuente de no aprender lo visto en clase.

b. Estado del Arte.

A continuación se presentan las distintas soluciones que se han presentado en la sociedad en materia de formación en Instrumentación Electrónica, ya sea a nivel virtual o presencial. En algunos casos a las clases menos favorecidas como por ejemplo el SENA en Colombia.

Cursos Virtuales.

- **El SENA** tiene varios cursos en el área de la Automatización y Control. En la página www.senavirtual.edu.co existe una pestaña donde se presentan todos los cursos que ofrece a nivel virtual.

En el área de la Automatización y control se tienen los siguientes:

- Bombas lineales electrónicas
- Bombas lineales mecánicas
- Bombas rotativas mecánicas
- Controladores lógicos programables PLC I
- Los PLC en los sistemas SCADA (NUEVO)
- Aplicación de los PLC en la automatización de procesos industriales.
- Diseño de productos electrónicos con micro controladores.
- Electrónica digital secuencial
- Funcionamiento e instalación de máquinas eléctricas rotativas
- Introducción a sistemas de automatización

- Riel común Bosch
- Riel común Delphi
- Servicios de automatización

Para el curso de Introducción a Sistemas de Automatización, por ejemplo, ofrece las siguientes características:

Perfil de entrada al curso: No se requiere.

Tipo de Programa: Formación Virtual.

Modalidad de Formación: Virtual.

Descripción del Programa:

Unidad 1. Introducción a Sistemas Automatizados.

Unidad 2. Actuadores.

Unidad 3. Lenguajes de Programación.

Unidad 3. Aplicaciones en Automatización.

Requisitos: Se requiere que el estudiante tenga dominio de los elementos básicos relacionados con el manejo de herramientas, informáticas y de comunicación, correo electrónico, chats, Messenger, procesadores de texto, hojas de cálculo, software para presentaciones, Internet, navegadores y otros sistemas y herramientas tecnológicas necesarias para la formación virtual.

Habilidades que desarrolla: Gestionar la automatización, el mantenimiento de máquinas y procesos industriales.

Como se sabe el SENA no cobra por estos cursos y las plataformas para envío de tareas, foros, y presentación de contenidos tienen una presentación amigable y entendible para el estudiante.

- **Laboratorio Virtual para la Enseñanza de Instrumentación Electrónica.**⁷ Aunque en su momento el laboratorio estaba en su fase de desarrollo, se presentan aquí las metodologías que el laboratorio usa:
 - a. Levantamiento del estado del arte y constitución del cuerpo documental de referencia.
 - b. Diseño e implementación de un conjunto de prácticas virtuales de laboratorio para la asignatura de la instrumentación Electrónica.
 - c. Desarrollo del sitio web, gestión de contenidos y administración de usuarios.
 - d. Montaje, pruebas y puesta a punto de las actividades prácticas a compartir.
 - e. Análisis de los resultados obtenidos e implementación de mejoras sobre las prácticas, la página web y los contenidos.

En la figura se presenta el esquema de la implementación del Laboratorio Virtual que se propone (Desarrollado en la Universidad de San Buenaventura Medellín)⁸

⁷ **G.A. Meneses B, B. A. Mendoza, M. J. Correa, Y. A. Ocampo.** “Laboratorio Virtual para la Enseñanza de la Instrumentación Electrónica” Ing. USBMed, ISSN: 2027-5846, Vol. 1, pp. 70-77. Jul.-Dic. 2010.

⁸ *Ibíd.*

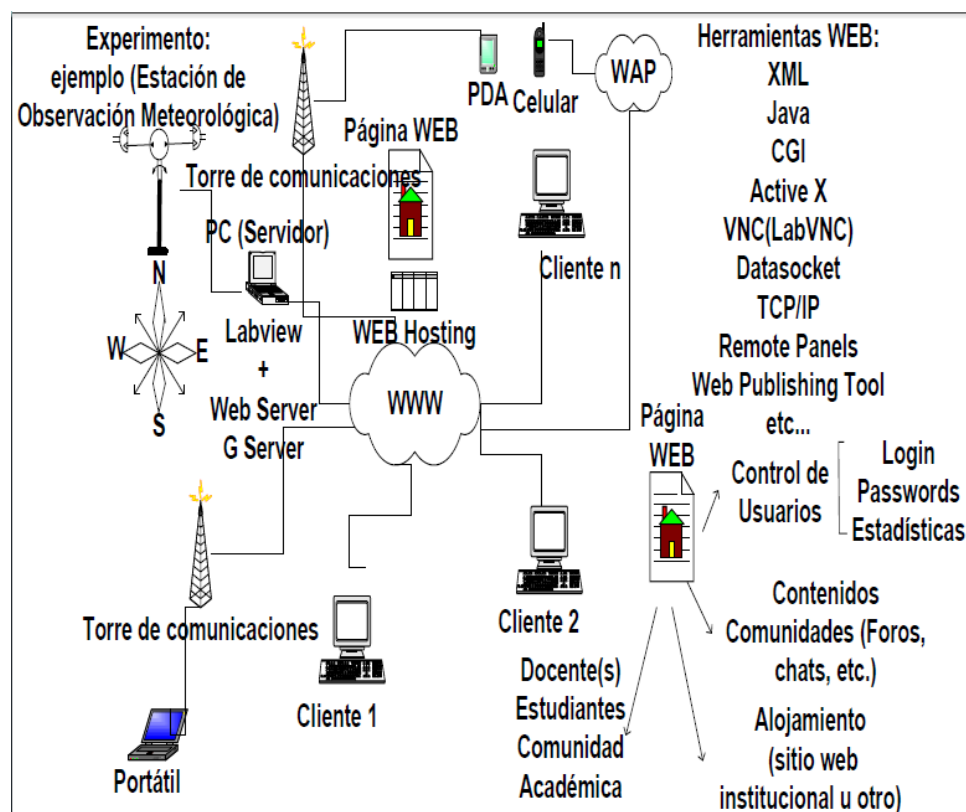


Ilustración 1. Esquema de la práctica propuesta por la USB de Medellín.

Dentro del mismo artículo se nombran otras soluciones a nivel virtual.^{9 10}

3.1.3.2. Especificaciones de Funcionamiento.

- a. **Nombre del Proyecto.** “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN CURSO DE INSTRUMENTACION ELECTRONICA DIRIGIDO A PERSONAS DE BAJOS

⁹ C. Zuluaga, C. Sánchez y E. Rodríguez, “Laboratorio de automática vía Internet LAVI”. Revista iberoamericana de automática e informática industrial, Vol. 2, No. 2, pp. 30-35. 2005.

¹⁰ F. Candelas, F. Torres, P. Gil, F. Ortiz, S. Puente y J. Pomares, “Laboratorio virtual remoto para robótica y evaluación de su impacto en la docencia”. Revista iberoamericana de automática e informática industrial, Vol. 1, No. 2, pp. 49-57. 2004.

RECURSOS BASADO EN UN EJEMPLO DE DISEÑO: SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS PARA UNA CALDERA”.

- b. **Objetivo del Proyecto.** Por medio de la implantación del ejemplo de diseño: Sistema de Detección de Incendios para una Caldera, se presenta un modelo de capacitación en Instrumentación Electrónica estructurado en tres elementos fundamentales: lecturas previas, tareas y ejercicios de diseño en casa y tutorías semanales que refuerzan lo estudiado y ejercitado. El curso, a través del ejemplo de diseño, permitirá al estudiante identificar la relación entre lo teórico y lo práctico dentro del marco de los sistemas de Detección de Incendios al interior de una Caldera. El principal objetivo del curso es estar dirigido a personas de bajos recursos con vocación al área de la instrumentación y control.

3.1.3.3. *Funcionamiento del proyecto.*

El curso está dividido en dos modalidades: Presencial y Remota.

- a. **Presencial.** Esta modalidad consiste en la asistencia física de las personas a un salón de clase:
- Clases: Están conformadas por tutorías presenciales para la presentación de los contenidos del curso.
 - Laboratorio: Consiste en las prácticas de los contenidos vistos. Está constituido por pruebas de funcionamiento e instalación de equipos de detección: detectores de humo, llama, temperatura; así como también, manejo de tuberías, cableado y pruebas en la estación de trabajo.

- **Lecturas:** Su función es reforzar los contenidos que se van a presentar en la siguiente clase o tutoría, de tal manera que el alumno, una vez leídos los contenidos, llega a clase más seguro y con inquietudes por resolver.
 - **Tareas:** Son los trabajos extra clase que los alumnos deben realizar. Consiste en preguntas, lecturas y ejercicios de diseño para que el alumno tenga herramientas de análisis.
 - **Evaluación.** Es la revisión del aprendizaje de los alumnos. Finalmente los alumnos una vez aprobado el curso reciben un certificado de asistencia y aprobación.
- b. **Remoto.** Esta modalidad consiste en la asistencia vía internet de alumnos que están en otras ciudades.
- **Presentaciones:** Son los contenidos de los temas a tratar durante el curso.
 - **Laboratorio Virtual:** Consiste en las prácticas de los contenidos leídos. Está constituido por pruebas de funcionamiento a nivel virtual de los equipos de detección aplicados a una caldera. Usa un software de simulación de procesos con ejercicios.
 - **Tareas:** Son los trabajos extra clase que los alumnos deben realizar. Consiste en preguntas, lecturas y ejercicios de diseño para que el alumno tenga herramientas de análisis.
 - **Evaluación.** Es la revisión del aprendizaje de los alumnos. Finalmente los alumnos una vez aprobado el curso reciben un certificado de asistencia y aprobación a nivel virtual.

Para el funcionamiento del curso se requieren las siguientes herramientas:

- a. **Contenidos del Curso.** Conformado por todos los contenidos teóricos y prácticos en materia de Instrumentación, Control y Detección de incendios. Contiene además el material de trabajo como: videos, software de simulación, PDF, manuales de fábrica y especificaciones de equipos.
- b. **Gestión Curricular.** Consiste en la organización y documentación del curso: listado de alumnos, registro de notas, inscripciones, matriculas, seguimiento de tareas y certificados.
- c. **Administrativo.** Es la parte organizacional del personal y logística del curso. Conformado por el manejo de la página, salarios, personal, mantenimiento de salón y laboratorio, búsqueda de benefactores, actualizaciones, licencias, legal y normatividad a cumplir.
- d. **Soporte.** En esta sesión se encuentra todo lo relacionado al apoyo del curso destinado a personas de bajos recursos: trabajo social, psicología, espiritual y acogida de alumnos.

3.1.3.4. Especificaciones de Montaje.

Para la implementación del curso se deben cumplir las siguientes especificaciones.

- a. **Software de Gestión.** Plataforma bajo el entorno Windows XP, 7 u 8 o Linux para administración curricular y administrativa. Motor de base de datos.
- b. **Software de Simulación.** Funcionamiento bajo el entorno Windows. Presentación grafica de procesos industriales, motor de base de datos y entorno para implementación de tareas.
- c. **Especificaciones de Equipos de incendio.**

- Panel Detección de incendios: Hasta 159 detectores (cualquier combinación de detectores iónicos, foto detectores, termo detectores o sensores múltiples) y 159 módulos (estaciones manuales N.A., módulos de humo de dos cables, módulos de notificación o módulos de relé). 318 dispositivos máximos. Alimentación 120 VAC, Temperatura: 49°C/32 – 120°F.
- Detector de Humo Direccionable.
- Detector Térmico Direccionable.
- Detector de Llama. Multiespectro, IR/UV.
- Detector de Gas, para Gases Tóxicos y Combustibles.
- Sirena para Áreas Clasificadas. 24 VDC, 1,2 Amp, 99 dB.
- Estrobo para Áreas Clasificadas. 24 VDC, 0,3 Amp, Rosca NPT ¾.
- Módulo de Monitoreo.
- Módulo de Control.
- Módulo de Relevo.
- Estación Manual para Áreas Clasificadas.

d. Especificaciones Eléctricas.

- Tubería IMC.
- Cable FPLP 2x16 con Blindaje.

- Cable FPLP 2x14 con Blindaje.
- Sellos cortafuego de $\frac{3}{4}$ ".
- Acople Flexible para Áreas Clasificadas.
- Uniones, Reducciones, bushing y acoples.
- Poste de montaje para detector de gas.
- Poste de montaje para detector de llama.
- Channel (10 cms)
- Abrazadera autoajustable de $\frac{3}{4}$ ".

e. Especificaciones equipos de sistemas.

- Servidor. Proc. Intel Xeon. Su función será establecer la conexión entre los equipos del laboratorio, los computadores de oficina y los alumnos de otras ciudades.
- 10 Computadores. Sistema Operativo XP, 7 u 8 o Linux. Disco duro: 1 T, 4 GB RAM, Tarjeta de Video 2GB. Teclado, Mouse, Pantalla 20".
- 10 bancos de trabajo para laboratorio con conexión de red, alimentación 110 VAC, 220VAC.
- Montaje de red para laboratorio. Ancho de banda de 40 MB.
- Monitor 50 ". 110 VAC.
- Tablero en acrílico borrable de 3 x 1 m. Marcadores secos y Borrador.

f. Estación Compacta de trabajo.

Con sistemas de regulación de nivel, caudal, presión y temperatura en bucle cerrado.

Componentes mecánicos, Sensores, de actuación y eléctricos.

- Kit de Control S1. PLC con módulos de Entrada y salida Análogos y Digitales, CPU y fuente.
- 1x unidad de control
- 2x cable datos de E/S
- 1x cable de datos analógicos

Nota: El software y el cable deben pedirse por separado si es necesario.

g. Salón de Clase.

Diseñado para instalar 10 bancos de trabajo, con buena luminosidad, red eléctrica de 110 VDC y 220 VAC. Red de datos. 15 metros de largo x 9 metros de ancho x 3 metros de altura. Temperatura de ambiente 21 ° C. Humedad 60-80%.

h. Software de Simulación de Calderas.

3.1.3.5. Requerimientos Legales.

En cuanto a la normatividad del curso se presentan dos tipos a cumplir. Al interior de los contenidos del curso y exterior al curso.

Al interior de los contenidos del curso se refiere a las normas o leyes por las cuales se debe regir la instalación de los equipos de automatización y detección de incendios al interior de una caldera:

- NFPA 72. Código Nacional de Alarmas. Última edición. Presenta las condiciones que debe cumplir la instalación de sistemas de detección de incendios: cableados, equipos, ubicación de dispositivos, revisión, inspección, mantenimiento, entre otros.
- NFPA 30: Código de Líquidos Inflamables y Combustibles. Su objetivo es dar las condiciones seguras para el almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles. Trata también de la ubicación de los dispositivos Fire & Gas.
- NFPA 85: Código de los peligros en sistemas de Combustión y Calderas.
- IEC-61511: Sistemas Instrumentados de Seguridad.

3.1.3.6. Limitantes del Proyecto.

a. Nivel Organizacional.

Para la implementación de este tipo de soluciones, las instituciones o gremios potencialmente interesados serían las universidades, ONG o fundaciones que están interesadas en ayudar a personas de bajos recursos en su formación tecnológica.

Evaluando el tamaño de la entidad que implementaría la solución y dentro de la gran variedad de asociaciones, se propondría la unión temporal o alianza con dicha ONG o universidad. Por ejemplo, una universidad podría disponer de un salón u oficina y nuestra entidad se encargaría del montaje de los equipos, bancos de trabajo, redes y gestión general del curso hasta la entrega de los certificados.

b. Legal.

Para la implementación del curso y su funcionamiento como mínimo se debe tener la siguiente documentación al día:

- RUT.
- Cámara de Comercio.
- Certificación del Fabricante de los equipos instalados en el salón.
- Licencia del Ministerio de educación para poder enseñar.
- Presentación de informe anual a la Alcaldía de Bogotá para la revisión de los recursos destinados a obras sociales. En caso de que existan benefactores para apoyo de la implementación del curso.

3.1.3.7. Riesgos del Proyecto.

a. Identificación de Riesgos.

Dentro de la realidad actual se pueden presentar los siguientes riesgos para el éxito de la implementación y funcionamiento del curso:

- Falta de Recursos Económicos.
- Falta de alumnos para inscribirse al curso.
- Carencia de benefactores para apoyo.
- Falta o pérdida de motivación en la población para la realización del curso.

b. Gestión de riesgos.

Ante la presencia de los anteriores riesgos se presentan el siguiente plan de contingencias.

- Por medio del mismo curso se pueden ofrecer capacitaciones con precio, dirigida a personas interesadas en certificarse en alguna tecnología. Los recursos obtenidos en inscripciones y matriculas ayudarían a mitigar la carencia de recursos económicos.
- Se realizarían acompañamientos o consultorías a empresas. El valor recaudado de la utilidad se destinaria a esta causa.
- Seguir en el plan de búsqueda de fundaciones o gremios que estén interesados en la formación de sus empleados.

3.2. Ingeniería Básica

A continuación se presenta en diagrama de bloques la ingeniería básica para la implementación y funcionamiento del curso de Instrumentación Electrónica: Ilustración 2.

En la parte superior del diagrama de bloques se presentan las ingenierías conceptual, básica y de detalle. Su función es tener información documentada de las características, procedimientos, recursos, limitaciones del curso para su posterior implementación y funcionamiento. Esto con el objeto de evitar pérdidas de recursos y tiempo y saber en realidad que es lo que se va a implementar. Es como el manual de instalación, funcionamiento y especificaciones del curso.

Una vez aprobada la documentación se procede a realizar la convocatoria del personal docente y de los futuros alumnos del curso. Esto con el objeto de realizar el proceso de inducción y selección de personal mientras se realizan las labores de implementación.

Paralelamente se empieza el proceso de implementación, dividida en dos partes: implementación del salón o laboratorio y la implementación de la parte de sistemas o red.

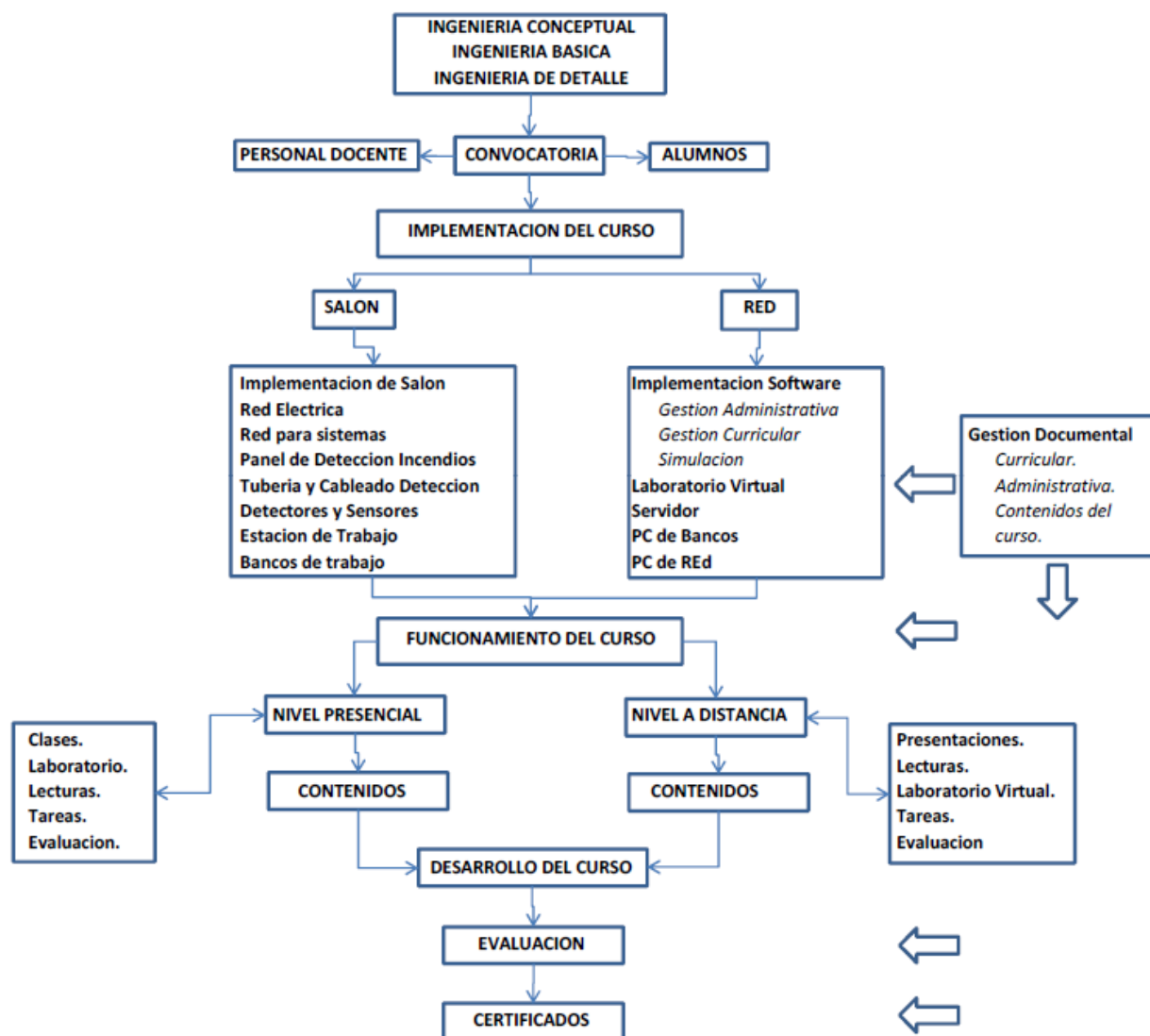


Ilustración 2. Diagrama de Bloques Ingeniería Básica

Dentro de la infraestructura del salón están contempladas las instalaciones eléctricas, la red de computadores, los equipos de detección de incendios e instrumentación, tubería, cableado, estación de trabajo, bancos de trabajo, escritorio y tablero. Dentro de la infraestructura de red, se tiene contemplado el desarrollo del software de gestión administrativa y curricular, así como también el software de simulación de calderas, laboratorio virtual, servidor de red y computadores para los bancos de trabajo.

Una vez entregados los trabajos de ejecución, gestionada la contratación del personal docente y registrados los alumnos para tomar el curso, se procede a la etapa de funcionamiento del curso. Esta etapa está dividida en dos niveles: el presencial y a distancia. Cada uno de estos niveles presenta las siguientes características: metodologías de trabajo (clases o presentaciones, lecturas, laboratorios, tareas y evaluación) y contenidos. Con estas características comienza el desarrollo del curso que dura 4 meses. A través del curso se realizan labores de evaluación de los alumnos para finalmente puedan recibir un certificado de conocimientos o asistencia concedidos por la institución que contrata el servicio.

Como elemento común a todo el proceso anteriormente descrito se encuentra la gestión documental administrativa y curricular del curso, así como también la documentación de los contenidos del curso.

3.3. Ingeniería de Detalle

3.3.1. Diagramas y planos del curso.

En el Anexo A se presentan los planos del Salón (Diagrama de Planta y Corte) con su respectiva simbología de dispositivos de incendio, eléctricos y de sistemas. También se observa la ubicación de los bancos de trabajo, con los computadores, escritorio del docente, tablero y estación de trabajo marca FESTO.

En la Ilustración 3 se presenta la estructura del curso. Dividido en tres grupos de estudiantes. Distribuidos a lo largo de la semana en las horas de la mañana, con prácticas de laboratorio libres en las horas de la tarde y talleres o ejercicios de laboratorio con el profesor los

días sábados. El curso tendrá una duración de 4 meses y solo se realizara el presupuesto para esta duración. Existirán 3 grupos para el nivel presencial y un grupo para el nivel a distancia.

En total se darán 96 horas de teoría, 48 horas de laboratorio y el estudiante dispondrá de 96 horas para prácticas libres, que se podrán realizar en las horas de la tarde mientras dure el curso.

En la Ilustración 4 se presenta la organización de los temas y subtemas, con su intensidad horaria total para la parte teórica y para la parte de laboratorios. El núcleo del curso consiste en la combinación de lecturas previas, la participación de tutorías y laboratorios presenciales y la realización de tareas en la casa, con ayuda del profesor y de los demás compañeros de grupo:

		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
AM	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
PM	1						
	2						
	3						
	4						
	5						

Grupo 1

Grupo 2

Grupo 3

Laboratorio

Practicas Libres

Curso	4	meses	
Intensidad Horaria	Teoría	Laboratorio	Practica Libre
Semanal	6	3	6
Mensual	24	12	24
Total Curso	96	48	96

Ilustración 3. Estructura del curso por horas

(Ilustración 5).¹¹ Se hace énfasis en fomentar un trabajo colaborativo, evitando así la competencia que genera división e individualismo.

Instrumentación Electrónica		Detección de Incendio		Calderas		Normatividad		Ética y Valores	Total horas
Tipos de Sensores	2	Panel de Control	3	Funcionamiento y partes	3	NFPA 72	3	Que es la ética	2
Características de Sensores	2	Dispositivos de Inicio	3	Características	3	NFPA 30	1	Tipos de Ética	2
Definición de Control	2	Notificación	3	Combustibles usados	3	NFPA 85	2	El Proceso de Decisión	1
Medidores	2	Sensores de Gas	2	Instrumentación	6	NFPA 86	2	Ética en el mundo	2
Elementos de Control	3	Sensores de Llama	2	Detección de Incendio	6	NEC 70	2	Ética en las empresas	2
Elementos de Supervisión	3	Clasificación de Riesgos	3	Diagramas de Flujo	5	NSR-10	2	Valores	3
Especificaciones	3	Áreas Clasificadas	2			NTC 2050	1		
Protocolos	3	Tubería, Cableado y Sellamientos	6			IEC-61511	1		
Total Horas Tema	20	Total Horas Tema	24	Total Horas Tema	26	Total Horas Tema	14	Total Horas Tema	96
Horas de Laboratorio	16	Horas de Laboratorio	14	Horas de Laboratorio	14	Horas de Laboratorio	0	Talleres de Ética	48

Ilustración 4. Organización de los temas y su intensidad por

¹¹ Annika Eichler, Christian Hoffmann, Christian Kautz, and Herbert Werner. "Design of Tutorial Activities and Homework Assignments for a Large-Enrollment Introductory Course in Control Systems." 10 th. IFAC Symposium Advances in control Education. August 28-30, 2013. Sheffield, UK.

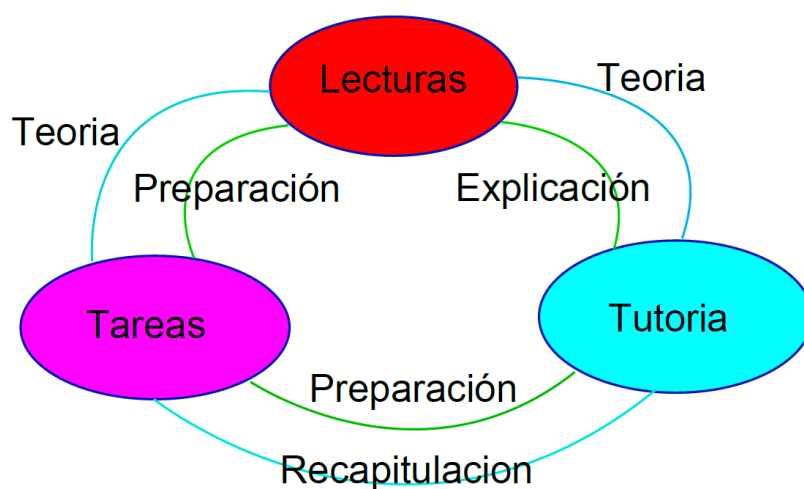


Ilustración 5. Modelo de Curso (Metodología)

4. Componentes y Costo del Proyecto.

4.1. Estructura de Costos

A continuación se presenta la totalidad del proyecto presentado en sus distintos componentes: Costos Fijos, Mano de Obra, Dotación (Solo para implementación del curso), Herramienta, Gastos (solo para implementación del curso), Gastos Variables, Duración del Proyecto, Costo Total del Proyecto y Negociación.

Para la elaboración del presupuesto se tuvieron en cuenta los siguientes alcances:

La empresa adjudicada ya tiene los siguientes insumos:

- Plotter.
- Impresoras.
- Computadores para Ingeniería.
- Portátiles.
- Dotación.
- Herramientas.
- Andamios y transporte de equipos a obra.

El cliente, que para este caso, sería una Universidad que está interesada en, implementar el curso suministra lo siguiente:

- Salón.
- Iluminación del Salón.

- Espacio donde dejar los equipos y herramientas durante la instalación.

Las características del presupuesto así como del cronograma son las siguientes.

- Los precios en dólares de los equipos importados son dados en Miami. No están nacionalizados.
- Para efectos de cálculo en el presupuesto, el mes tiene 4 semanas de 6 días laborables: lunes a sábado de 8:00 am a 5:00 pm, con una hora de almuerzo.
- Dentro del cronograma se tiene un horario de trabajo de lunes a sábado de 8:00 am a 5:00 pm, con una hora de almuerzo.

En la Tabla 4 se presenta el cuadro de los componentes que hacen parte de la solución:

Costos Fijos. El cuadro comprende: la descripción del equipo, cantidad, Horas Hombre (tiempo en horas para su instalación), costo en dólares o en pesos según corresponda.

La Tabla 5 presenta la Mano de Obra necesaria para llevar a cabo el proyecto. Esta hace parte de los Costos Variables del proyecto.

La Tabla 6 presenta la dotación. Que en este caso solo es aplicable a la instalación eléctrica, detección de incendios, computadores, bancos de trabajo y adecuación del salón.

La tabla 7 presenta los Gastos de instalación. Indican la logística necesaria para trasladar los equipos y materiales a la obra.

La Tabla 8 presenta la herramienta necesaria para llevar a cabo las distintas fases del proyecto.

Para la presentación de los costos variables se tiene en cuenta la duración del proyecto. Este dato lo arroja el cronograma. En total son 7 meses para el desarrollo de todo el proyecto: 3 meses para la implementación del curso y 4 meses para su funcionamiento u operación. En las Tablas 9 y 10 se presentan estos datos.

La Tabla 11 presenta la organización de todos los costos anteriormente mencionados, según sean fijos, variables directos e indirectos, dando como resultado el costo total del proyecto en Pesos Colombianos. Los equipos importados tienen un factor de nacionalización del 30%.

Para la negociación del proyecto se tomara una rentabilidad del 28 %, con un descuento del 5%. Tabla 12.

4.2. Cronograma del Proyecto.

En el Anexo B. se presenta el cronograma con la ruta crítica representada con las barras en color rojo.

La Ilustración 6 presenta el Cronograma sintetizado en sus fases más representativas: Conceptualización, Desarrollo, Implementación y Funcionamiento u Operación.

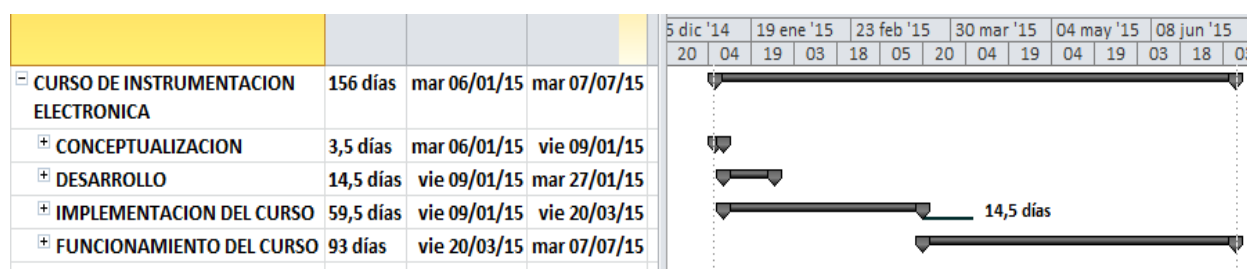


Tabla 4. Costos Fijos.

DESCRIPCION	REFERENCIA	CANT	HORAS HOMBRE	UNID	COSTO UNIT. (\$ US)	COSTO TOT. (\$ US)	COSTO UNIT. (COP)	COSTO TOT. (COP)
INGENIERIA								
Realización de planos en ploter		24		und.			\$ 10.000	\$ 240.000
Manual		2		und.			\$ 350.000	\$ 700.000
CD's		2		und.			\$ 1.000	\$ 2.000
Subtotal Ingeniería						\$ -		\$ 942.000
SISTEMA DE DETECCION INCENDIOS								
NFS-320 Intelligent Fire Alarm Panel; Single Printed Circuit Board with one SLC loop (318 devices), - Back-lit, 80 Character Display, System and Programming Keypad and 6.0 A Power supply, 120 VAC, Includes door, dress panel and back box, Black.	NFS-320	1	2	und.	\$ 2.429,15	\$ 2.429,15		
Intelligent Addressable Photo detector; with FlashScan.	FSP-851	2	0,3	und.	\$ 96,82	\$ 193,64		
Intelligent Addressable Thermal detector with FlashScan.	FST-851	1	0,2	und.	\$ 68,62	\$ 68,62		
Addressable Control Module with FlashScan; Configured for one class A or Class B NAC.	FCM-1	2	0,3	und.	\$ 102,46	\$ 204,92		
Addressable Mini Module with FlashScan; Supervises a Class B circuit of N.D. dry-contact devises.	FMM-101	7	1,2	und.	\$ 64,17	\$ 449,19		
Addressable Relay Module with FlashScan; Provides two Form-C dry contacts that switch together.	FRM-1	1	0,2	und.	\$ 95,79	\$ 95,79		
Addressable NBG-12L Pull Station; with FlashScan.	NBG-12LX	1	0,2	und.	\$ 114,00	\$ 114,00		
Intelligent detector base, with flange.	B210LP	3		und.	\$ 60,92	\$ 182,75		
Kilark Manual Station, explosion-proof.	XAL-53	1	0,5	und.	\$ 703,00	\$ 703,00		
Battery, 12 volt, 18 AH.	BAT-12180	2		und.	\$ 124,08	\$ 248,16		
Horn/Strobe, 12/24 Volt, Red, Multi-Candela	P2R-SP	1	0,3	und.	\$ 75,00	\$ 75,00		
SENSE POINT XCD								
UL/INMETRO approved SP XCD Flammable Methane (CH4) IR 0-100% LEL (20 to 100% LEL, 10% LEL) with LM25, 3/4"NPT Entry	SPXCDULNRX	1	2	und.	\$ 970,08	\$ 970,08		
Collecting cone for use with lighter than air gases	SPXCDCC	1	0	und.	\$ 58,20	\$ 58,20		

XCD Combustibles Kit: Tubing, flow adaptor, regulator, carrying case.	XCDCOMBKIT	1	0	und.	\$ 324,45	\$ 324,45		
Gas de Calibración para Metano	998-022-001	1	0	und.	\$ 168,00	\$ 168,00		
Sunshade / Deluge Protection	SPXCSDSP	1	0	und.	\$ 209,00	\$ 209,00		
HONEYWELL								
DUAL IR/UV Copper-Free Aluminum Encl. with (2) ¾" NPT entries, FM, cFM for Class I, Division 1, Groups A, B, C, D; Class II, Division 1, Groups E, F, G; Class III	FS20X-211-21-2	1	2	und.	\$ 2.376,50	\$ 2.376,50		
Sunshield for SS2, SS4 & FS24X Detectors, 316 Stainless Steel	SH-001	1	0	und.	\$ 118,75	\$ 118,75		
Stainless Steel Swivel mounting assembly for FS24X, FS20X, FS10, SS4, SS2 detectors	SM4	1	0	und.	\$ 181,00	\$ 181,00		
IR Test lamp for testing FSX detectors, explosion proof version. Incl universal charger	TL-2055	1	0	und.	\$ 2.599,60	\$ 2.599,60		
FEDERAL SIGNAL								
Explosion-proof rotating light, 24VDC, amber	121x-024 asc	1	0,5	und.	\$ 1.510,06	\$ 1.510,06		
MOUNTING KIT, 90° WALL, 27XST AND 121X	WMXC	1	0,166667	und.	\$ 308,19	\$ 308,19		
Hom ,24VDC, EXPLOSION PROOF	41X-024-1	1	0,5	und.	\$ 1.170,77	\$ 1.170,77		
WEST PENN								
CABLE 2 X 14 AWG FPLP SHIELD	60992B	28,5	0,95	m	\$ 0,98	\$ 27,93		
CABLE 2 X 16 AWG FPLP SHIELD	60990B	28,5	0,95	m	\$ 0,74	\$ 21,09		
AVISOS								
PLACAS DE IDENTIFICACION DE EQUIPOS		2	1	und.			\$ 14.800	\$ 29.600
Subtotal Sistema de Detección de Incendios						\$ 14.808		\$ 29.600
PINTURA								
PINTULUX AZUL OSCURO	PINTULUX	0,3		und.			\$ 50.093	\$ 15.028
BROCHA DE 2"		0,3		und.			\$ 2.700	\$ 810
TUBERIA EMT								
TUBERIA EMT DE 3/4"	EMT	30	16	m			\$ 3.040	\$ 91.200
CURVA EMT DE 3/4"	EMT	1	0,04	und.			\$ 1.998	\$ 1.998

TERMINAL EMT DE 3/4"	EMT	36	1,44	und.			\$ 992	\$ 35.712
UNION EMT DE 3/4"	EMT	10	0,4	und.			\$ 1.031	\$ 10.310
TUBERIA IMC								
TUBERIA IMC DE 3/4"	IMC	27	17,28	m			\$ 5.795	\$ 156.465
CURVA IMC DE 3/4"	IMC	2	0,08	und.			\$ 1.203	\$ 2.406
TERMINAL IMC DE 3/4"	IMC	36	1,44	und.			\$ 1.189	\$ 42.804
UNION IMC DE 3/4"	IMC	9	0,36	und.			\$ 1.189	\$ 10.701
ACCESORIOS A PRUEBA DE EXPLOSION								
Caja Nema 7 DE DIMENSIONES : 20 x 20 x 10 cms	S7-CE202010	2	0,666667	und.			\$ 294.785	\$ 589.570
UNION UNIVERSAL 3/4" H-M EN ACERO	S7-UNY075	5	0,416667	und.			\$ 15.900	\$ 79.500
SELLO CORTAFUEGO 3/4" H-M CON VALVULA DE DRENAJE Y NIPLE	S7-EYDM075	5	1,666667	und.			\$ 50.085	\$ 250.425
Acople Flexible DE 3/4" X 6" M-M CON MALLA EN BRONCE	S7-AMM07506BZ	5	0,833333	und.			\$ 125.623	\$ 628.117
Conduleta DE 3/4" Clase 1 Div. 1 & 2 Grupos C, D; Nema 7, Nema 9	S7-OEC075	2	0,333333	und.			\$ 31.800	\$ 63.600
Caja 5800. TIPO " C ", " LB ", " LL ", " LR " (2 ACCESOS). De 3/4"		3	0,5	und.			\$ 25.900	\$ 77.700
Poste de Montaje Detector de Gas en L. Altura de 80 cms		1	2	und.			\$ 456.000	\$ 456.000
PASTA SELLADORA ELÁSTICA (500 GRAMOS)	PS-1	1		und.			\$ 42.000	\$ 42.000
CAJAS DE PASO, CONDULECTAS, CORAZAS								
CAJA RAWELT 2400 DE 4 AGUJEROS DE 3/4" SIN TAPA	RAWELT	12	3	und.			\$ 13.542	\$ 162.504
CAJA OCTOGONAL TIPO RAWELT 3/4" SIN TAPA	RAWELT	3	0,75	und.			\$ 15.000	\$ 45.000
CAJA RAWELT 5800 DE 3/4" SIN TAPA	RAWELT	3	0,75	und.			\$ 7.724	\$ 23.172
CONDULECTA EN L DE 3/4"	RAWELT	2	0,3	und.			\$ 3.587	\$ 7.173
CONDULECTA EN T DE 3/4"	RAWELT	2	0,3	und.			\$ 4.371	\$ 8.741
TAPA PARA CAJA RAWELT 2400		12		und.			\$ 4.261	\$ 51.136
TAPA PARA CAJA RAWELT 5800		3		und.			\$ 3.207	\$ 9.620
CORAZA AMERICANA DE 1/2"		3	0,27	mtrs.			\$ 4.146	\$ 12.438
CONECTOR RECTO PARA CORAZA AMERICANA DE 1/2"		3	0,06	und.			\$ 2.565	\$ 7.696
CONECTOR CURVO PARA CORAZA AMERICANA DE 1/2"		3	0,06	und.			\$ 4.364	\$ 13.092
CANALETA PLASTICA 10x6 cms con división.		40	21,33333	mtrs.			\$ 35.000	\$ 1.400.000
Regata en Piso. Para instalación Eléctrica y de red. Incluye relleno y resane.		30	24	mtrs.			\$ 19.000	\$ 570.000

CABLE ENCAUCHETADO AWG 3x14		150	5	mtrs.			\$ 7.873	\$ 1.180.938
CABLE UTP DE 6 PARES AWG 2x6x22		150	5	mtrs.			\$ 6.000	\$ 900.000
MARQUILLA PANDUIT		12	0,6	und.			\$ 160	\$ 1.920
TERMINAL AISLADO PUNTA No16		18	0,9	und.			\$ 90	\$ 1.620
CHANNEL ESTRUCTURAL 4 X 2, PARA ABRAZADERAS AUTO AJUSTABLES		4	3,6	mtrs.			\$ 7.000	\$ 28.000
ABRAZADERA AUTO ADJUSTBLE DE 3/4" PARA CHANNEL		38	1,14	und.			\$ 936	\$ 35.568
ANCLAJE HDI 3/8" X 1" CON TORNILLO		4	0,12	und.			\$ 710	\$ 2.840
CHAZO PLASTICO DE 1/4 CON TORNILLO		41		und.			\$ 130	\$ 5.330
TORNILLO GOLOSO 8 X 2"		28		und.			\$ 50	\$ 1.400
Subtotal Material Electrico						\$ -		\$ 7.022.535
EQUIPOS DE SISTEMAS								
Servidor. Proc. Intel Xeon.	HP	1	3	und.			\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
Computador: Sistema Operativo XP, 7 u 8 o Linux. Disco duro: 1 T, 4 GB RAM, Tarjeta de Video 2GB. Teclado, Mouse, Pantalla 20".	Dell	11	33	und.			\$ 3.000.000	\$ 33.000.000
Switch de 20 puertos. 10/100/1000.	CISCO	1	2	und.			\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Monitor 50" 150 VAC	Samsung	1	2	und.			\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Gabinete para instalación de Servidor y Switch. Con Organizadores Horizontal y Vertical. Bandejas. Tomas y ventiladores. 1,2 m alto,	Daga	1	3	und.			\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Licencia Software de Gestión Administrativa		1	0	und.			\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Licencia Software de Simulación		1	0	und.			\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Licencia Software Laboratorio Virtual		1	0	und.			\$ 3.400.000	\$ 3.400.000
Licencia Software de Gestión Curricular		1	0	und.			\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Subtotal Equipos de Sistemas						\$ -		\$ 51.900.000
INSUMOS PARA LABORATORIO								
Banco de trabajo para computadores. Transporte, Suministro e instalación. Con Toma Eléctrica de 110V/220 V. y Punto de Red.		10	40	und.			\$ 1.300.000	\$ 13.000.000
Escritorio para un operador		1	0,5	und.			\$ 250.000	\$ 250.000
Tablero acrílico para marcadores secos		1	3	und.			\$ 220.000	\$ 220.000

Sillas para Banco de Ductos		10		und.			\$ 80.000	\$ 800.000
Silla para escritorio		1		und.			\$ 70.000	\$ 70.000
Subtotal Muebles y Enseres Laboratorio						\$ -		\$ 14.340.000
ESTACION DE TRABAJO								
Estación Compacta de Trabajo. Nivel, Caudal, Presión y Temp.	FESTO. 11950910	1	16	und.			\$ 97.000.000	\$ 97.000.000
Subtotal Estación de trabajo								\$ 97.000.000
TOTAL			226,3			\$ 14.808		\$ 171.234.135
			Nacionalización		30%	\$ 19.250		
TOTAL EN PESOS COLOMBIANOS			Dólar Hoy		\$ 1.990,00	\$ 38.307.877		\$ 171.234.135

Tabla 5. Mano de Obra

PERSONAL	SALARIO	VALOR DIA	PERSONAS	DIAS	TOTAL
INGENIERIA					
ING.DISEÑO	\$ 2.500.000	\$ 130.000	1	18	\$ 2.340.000,00
DIBUJANTE	\$ 1.500.000	\$ 78.000	1	18	\$ 1.404.000,00
AUX DE INGENIERIA	\$ 1.000.000	\$ 52.000	1	15	\$ 780.000,00
TOTAL					\$ 4.524.000,00
PROCURA					
ING.SUMINISTROS	\$ 1.500.000	\$ 78.000	1	15	\$ 1.170.000,00
AUX DE SUMINISTROS	\$ 1.000.000	\$ 52.000	1	15	\$ 780.000,00
TOTAL					\$ 1.950.000,00
DOCUMENTOS CURRICULARES					
DOCENTE	\$ 1.800.000	\$ 93.600	1	5	\$ 468.000,00
AUXILIAR DOCENTE	\$ 1.000.000	\$ 52.000	1	5	\$ 260.000,00
DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS					
COMERCIAL	\$ 1.400.000	\$ 72.800	1	2	\$ 145.600,00
AUXILIAR ADMON	\$ 1.000.000	\$ 52.000	1	2	\$ 104.000,00
ABOGADO	\$ 2.800.000	\$ 145.600	1	2	\$ 291.200,00
DOCUMENTACION TECNICA					
DOCENTE INSTRUMENTACION ELECTRONICA	\$ 2.100.000	\$ 109.200	1	10	\$ 1.092.000,00
DOCENTE DETECCION DE INCENDIOS	\$ 2.100.000	\$ 109.200	1	10	\$ 1.092.000,00
DOCENTE ETICA	\$ 1.900.000	\$ 98.800	1	10	\$ 988.000,00
AUXILIAR DOCENTE	\$ 1.000.000	\$ 52.000	2	10	\$ 1.040.000,00
TOTAL					\$ 5.480.800,00
CONVOCATORIA PERSONAL DOCENTE Y ALUMNOS					
COMERCIAL	\$ 1.400.000	\$ 72.800	1	8	\$ 582.400,00
AUXILIAR ADMON	\$ 1.000.000	\$ 52.000	1	8	\$ 416.000,00
TOTAL					\$ 998.400,00
IMPLEMENTACION SALON (INCLUYE PUESTA EN SERVICIO Y ENTREGA)					
ING.DETECCION DE INCENDIOS	\$ 2.100.000	\$ 109.200	1	7	\$ 764.400,00
ING.SISTEMAS	\$ 2.100.000	\$ 109.200	1	7	\$ 764.400,00
ING.ELECTRICO	\$ 2.100.000	\$ 109.200	1	7	\$ 764.400,00
SUPERVISOR ELECTRICO	\$ 1.500.000	\$ 78.000	1	24	\$ 1.872.000,00
TECNICO DETECCION INCENDIOS	\$ 1.100.000	\$ 57.200	1	6	\$ 343.200,00
TECNICO SISTEMAS	\$ 1.100.000	\$ 57.200	1	6	\$ 343.200,00
TECNICO ELECTRICO	\$ 1.100.000	\$ 57.200	1	24	\$ 1.372.800,00
CARPINTERO	\$ 900.000	\$ 46.800	1	6	\$ 280.800,00
TOTAL					\$ 6.505.200,00
DESARROLLO, INSTALACION Y PRUEBAS SOFTWARE					
ING.LABORATORIO VIRTUAL	\$ 2.100.000	\$ 109.200	1	40	\$ 4.368.000,00
ING.SISTEMAS SIMULACION	\$ 2.100.000	\$ 109.200	2	25	\$ 5.460.000,00

ING.SISTEMAS ADMON Y CURRICULO	\$ 2.100.000	\$ 109.200	1	30	\$ 3.276.000,00
TECNICO LABORATORIO VIRTUAL	\$ 1.100.000	\$ 57.200	1	35	\$ 2.002.000,00
TECNICO SISTEMAS SIMULACION	\$ 1.100.000	\$ 57.200	2	10	\$ 1.144.000,00
TECNICO SISTEMAS ADMON Y CURRICULO	\$ 1.100.000	\$ 57.200	1	20	\$ 1.144.000,00
TOTAL					\$ 17.394.000,00
CONTRATACION PERSONAL DOCENTE					
INGENIERO DE PROYECTOS	\$ 3.000.000	\$ 156.000	1	4	\$ 624.000,00
AUXILIAR ADMON	\$ 1.000.000	\$ 52.000	1	4	\$ 208.000,00
INSCRIPCIONES, MATRICULAS Y ASIGNACION DE HORARIOS					
DOCENTE	\$ 1.800.000	\$ 93.600	1	5	\$ 468.000,00
AUXILIAR DOCENTE	\$ 1.000.000	\$ 52.000	1	5	\$ 260.000,00
TOTAL					\$ 1.560.000,00
DESARROLLO DEL CURSO					
ING..INSTRUMENTISTA	\$ 2.100.000	\$ 109.200	1	40	\$ 4.368.000,00
ING.DETECCION DE INCENDIOS	\$ 2.100.000	\$ 109.200	1	40	\$ 4.368.000,00
DOCENTE ETICA	\$ 1.900.000	\$ 98.800	1	15	\$ 1.482.000,00
TOTAL					\$ 10.218.000,00
DIRECCION PROYECTOS					
DIRECTOR DE PROYECTOS	\$ 2.340.000	\$ 121.680	1	63	\$ 7.665.840,00
AUXILIAR PROYECTOS	\$ 1.326.000	\$ 68.952	1	63	\$ 4.343.976,00
TOTAL					\$ 12.009.816,00
DIRECCION ACADEMICA					
DIRECTOR DOCENTE	\$ 2.340.000	\$ 121.680	1	93	\$ 11.316.240,00
AUXILIAR DOCENTE	\$ 1.326.000	\$ 68.952	1	93	\$ 6.412.536,00
TOTAL					\$ 17.728.776,00
VALOR TOTAL PERSONAL SIN INGENIERIA					\$ 73.844.992,00

Tabla 6. Dotación para Implementación

CANTIDAD	DESCRIPCION	VIDA UTIL MESES	VALOR COMERCIAL	VALOR DIA	TOTAL DIAS	VALOR TOTAL
DOTACION INGENIEROS						
3	Casco	6	\$ 18.000	\$ 125,00	7	\$ 2.625
3	Overol	4	\$ 330.000	\$ 3.437,50	7	\$ 72.188
3	Botas de seguridad dieléctrica	4	\$ 45.650	\$ 475,52	7	\$ 9.986
3	Arnés multipropósito con eslinga y línea de vida	12	\$ 810.000	\$ 2.812,50	7	\$ 59.063
3	Gafas	2	\$ 7.500	\$ 156,25	7	\$ 3.281
3	Tapa oídos desechable	0,25	\$ 3.950	\$ 658,33	7	\$ 13.825
3	Guante vaqueta tipo ingeniero	2	\$ 9.200	\$ 191,67	7	\$ 4.025

	TOTAL					\$ 164.992,19
	DOTACION SUPERVISOR Y TECNICO ELECTRICOS					
2	Casco	6	\$ 18.000	\$ 125,00	24	\$ 6.000
2	Overol	4	\$ 330.000	\$ 3.437,50	24	\$ 165.000
2	Botas de seguridad dieléctrica	4	\$ 45.650	\$ 475,52	24	\$ 22.825
2	Arnés multipropósito con eslinga y línea de vida	12	\$ 810.000	\$ 2.812,50	24	\$ 135.000
2	Gafas	2	\$ 7.500	\$ 156,25	24	\$ 7.500
2	Tapa oídos desechable	0,25	\$ 3.950	\$ 658,33	24	\$ 31.600
2	Guante vaqueta tipo ingeniero	2	\$ 9.200	\$ 191,67	24	\$ 9.200
	TOTAL					\$ 377.125,00
1	DOTACION TECNICOS Y CARPINTERO					
3	Casco	6	\$ 18.000	\$ 125,00	6	\$ 2.250
3	Overol	4	\$ 330.000	\$ 3.437,50	6	\$ 61.875
3	Botas de seguridad dieléctrica	4	\$ 45.650	\$ 475,52	6	\$ 8.559
3	Arnés multipropósito con eslinga y línea de vida	12	\$ 810.000	\$ 2.812,50	6	\$ 50.625
3	Gafas	2	\$ 7.500	\$ 156,25	6	\$ 2.813
3	Tapa oídos desechable	0,25	\$ 3.950	\$ 658,33	6	\$ 11.850
3	Guante vaqueta tipo ingeniero	2	\$ 9.200	\$ 191,67	6	\$ 3.450
	TOTAL					\$ 141.421,88
	VALOR TOTAL DOTACION INSTALACION					\$ 683.539,06

Tabla 7. Gastos o Logística de Instalación

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. Total	
GASTOS IMPLEMENTACION SALON					
TRANSPORTE HERRAMIENTAS	UND	1	\$ 100.000	\$ 100.000	
TRANSPORTE EQUIPOS Y MATERIALES	UND	1	\$ 250.000	\$ 250.000	
ADECUACIONES LOCATIVAS	UND	1	\$ 150.000	\$ 150.000	
AGUA CON HIELO (\$2.500 PERSONA - DIA)	DIA	24	\$ 20.000	\$ 480.000	PERSONAS: 8
ANDAMIOS CERTIFICADOS (\$7000 -mt Sección -Día)	DIA	4	\$ 14.000	\$ 56.000	SECCIONES: 2
GASTOS DIARIOS	DIA	24	\$ 5.000	\$ 120.000	
CAPACITACION	DIA	1	\$ 180.000	\$ 180.000	
TOTAL GASTOS IMPLEMENTACION				\$1.336.000	
VALOR TOTAL GASTOS				\$ 1.336.000	

Tabla 8. Herramienta

HERRAMIENTA INGENIERIA								
CANT	DESCRIPCIÓN	REF	MARCA	VIDA UTIL MES	VALOR COMERCIAL	VALOR DIARIO	DIAS	VALOR TOTAL NECESARIO
1	IMPRESORA			24	\$ 905.600	\$ 1.572,22	18	\$ 28.300
2	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	18	\$ 94.333
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	15	\$ 39.306
	TOTAL							\$ 161.939
HERRAMIENTA PROCURA								
CANT	DESCRIPCIÓN	REF	MARCA	VIDA UTIL MES	VALOR COMERCIAL	VALOR DIARIO	DIAS	VALOR TOTAL NECESARIO
1	IMPRESORA			24	\$ 905.600	\$ 1.572,22	15	\$ 23.583
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	15	\$ 39.306
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	15	\$ 39.306
	TOTAL							\$ 102.194
HERRAMIENTA GESTION DOCUMENTAL								
CANT	DESCRIPCIÓN	REF	MARCA	VIDA UTIL MES	VALOR COMERCIAL	VALOR DIARIO	DIAS	VALOR TOTAL NECESARIO
1	IMPRESORA			24	\$ 905.600	\$ 1.572,22	17	\$ 26.728
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	5	\$ 13.102
2	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	2	\$ 10.481
3	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	10	\$ 78.611
	TOTAL							\$ 128.922
HERRAMIENTA CONVOCATORIA, CONTRATACION E INSCRIPCIONES								
CANT	DESCRIPCIÓN	REF	MARCA	VIDA UTIL MES	VALOR COMERCIAL	VALOR DIARIO	DIAS	VALOR TOTAL NECESARIO
1	IMPRESORA			24	\$ 800.000	\$ 1.388,89	17	\$ 23.611
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.000.000	\$ 2.314,81	8	\$ 18.519
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.000.000	\$ 2.314,81	4	\$ 9.259
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.000.000	\$ 2.314,81	5	\$ 11.574
	TOTAL							\$ 62.963
HERRAMIENTA SUPERVISOR Y TECNICO ELECTRICOS								
CANT	DESCRIPCIÓN	REF	MARCA	VIDA UTIL MES	VALOR COMERCIAL	VALOR DIARIO	DIAS	VALOR TOTAL NECESARIO
1	ALICATE		STANLEY	12	\$ 17.407	\$ 60,44	24	\$ 1.451
1	BROCA HILTI	1/4X6	HILTI	1	\$ 27.087	\$ 1.128,62	24	\$ 27.087
1	BROCA HILTI	3/8X6	HILTI	1	\$ 35.038	\$ 1.459,90	24	\$ 35.038
1	BROCA HSS	1/8	HSS	1	\$ 167	\$ 6,97	24	\$ 167
1	BROCA HSS	1/4	HSS	1	\$ 2.414	\$ 100,60	24	\$ 2.414
1	BROCA HSS	3/16	HSS	1	\$ 1.909	\$ 79,55	24	\$ 1.909
1	CAJAS DE HERRAMIENTAS GRANDES			12	\$ 33.690	\$ 116,98	24	\$ 2.808

1	CANDADOS		YALE	12	\$ 23.527	\$ 81,69	24	\$ 1.961
1	COPA SIERRA 1", 3/4"		BLACK & DECKER	12	\$ 6.682	\$ 23,20	24	\$ 557
1	CORTAFRIO 6" AISLADO		STANLEY	12	\$ 25.380	\$ 88,12	24	\$ 2.115
1	DECAMETRO	15M	STANLEY	12	\$ 35.880	\$ 124,58	24	\$ 2.990
1	DESTORNILLADOR DE ESTRELLA		STANLEY	12	\$ 9.377	\$ 32,56	24	\$ 781
1	DESTORNILLADORES PALA 8X150MM		STANLEY	12	\$ 8.423	\$ 29,24	24	\$ 702
1	DOBLATUBO DE 1" PARA EMT		RIDGID	36	\$ 279.066	\$ 322,99	24	\$ 7.752
1	ESCALERAS DE TIJERA DE 10 PASOS		EMMA	36	\$ 261.547	\$ 302,72	24	\$ 7.265
1	EXTENCIONES MONOFASICAS	20M		12	\$ 39.305	\$ 136,48	24	\$ 3.275
1	FLEXOMETROS		STANLEY	12	\$ 2.808	\$ 9,75	24	\$ 234
1	MARTILLO DE BOLA 3 LBS		IFEL O CORNETA	12	\$ 17.631	\$ 61,22	24	\$ 1.469
1	MULTIMETRO DIGITAL		KYORIT SU	24	\$ 173.616	\$ 301,42	24	\$ 7.234
1	SOPORTE PARA TRABAJO DE TUBERIA			36	\$ 280.750	\$ 324,94	24	\$ 7.799
1	TALADRO MANUAL		BLACK & DECKER	36	\$ 89.728	\$ 103,85	24	\$ 2.492
1	TALADRO PERCUTOR HILTI T5			36	\$ 842.250	\$ 974,83	24	\$ 23.396
1	TERRAJA MANUAL CAP.1/2" A 2"	12R	RIDGID	36	\$ 2.322.364	\$ 2.687,92	24	\$ 64.510
	TOTAL							\$ 205.406

HERRAMIENTA TECNICO SISTEMAS Y DETECCION

CANT	DESCRIPCIÓN	REF	MARCA	VIDA UTIL MES	VALOR COMERCIAL	VALOR DIARIO	DIAS	VALOR TOTAL NECESARIO
1	ALICATE		STANLEY	12	\$ 17.407	\$ 60,44	6	\$ 363
2	ANDAMIO CERTIFICADO X METRO			8	\$ 1.824.875	\$ 9.504,56	3	\$ 57.027
1	BROCA HILTI	1/4X6	HILTI	1	\$ 27.087	\$ 1.128,62	6	\$ 6.772
1	BROCA HILTI	3/8X6	HILTI	1	\$ 35.038	\$ 1.459,90	6	\$ 8.759
1	BROCA HSS	1/8	HSS	1	\$ 167	\$ 6,97	6	\$ 42
1	BROCA HSS	1/4	HSS	1	\$ 2.414	\$ 100,60	6	\$ 604
1	BROCA HSS	3/16	HSS	1	\$ 1.909	\$ 79,55	6	\$ 477
1	CAJAS DE HERRAMIENTAS GRANDES			12	\$ 33.690	\$ 116,98	6	\$ 702
1	CANDADOS		YALE	12	\$ 23.527	\$ 81,69	6	\$ 490
1	COPA SIERRA 1", 3/4"		BLACK & DECKER	12	\$ 6.682	\$ 23,20	6	\$ 139
1	CORTAFRIO 6" AISLADO		STANLEY	12	\$ 25.380	\$ 88,12	6	\$ 529
1	DECAMETRO	15M	STANLEY	12	\$ 35.880	\$ 124,58	6	\$ 747
1	DESTORNILLADOR DE ESTRELLA		STANLEY	12	\$ 9.377	\$ 32,56	6	\$ 195
1	DESTORNILLADORES PALA 8X150MM		STANLEY	12	\$ 8.423	\$ 29,24	6	\$ 175
1	DOBLATUBO DE 1" PARA EMT		RIDGID	36	\$ 279.066	\$ 322,99	6	\$ 1.938
1	ESCALERAS DE TIJERA DE 10 PASOS		EMMA	36	\$ 261.547	\$ 302,72	6	\$ 1.816
1	ESCALERAS DE TIJERA DE 6 PASOS		EMMA	36	\$ 125.720	\$ 45,51	6	\$ 873
1	EXTENCIONES MONOFASICAS	20M		12	\$ 39.305	\$ 136,48	6	\$ 819

1	FLEXOMETROS		STANLEY	12	\$ 2.808	\$ 9,75	6	\$ 58
1	MARTILLO DE BOLA 3 LBS		IFEL O CORNETA	12	\$ 17.631	\$ 61,22	6	\$ 367
1	MULTIMETRO DIGITAL		KYORITSU	24	\$ 173.616	\$ 301,42	6	\$ 1.808
1	SOPORTE PARA TRABAJO DE TUBERIA			36	\$ 280.750	\$ 324,94	6	\$ 1.950
1	TALADRO MANUAL		BLACK & DECKER	36	\$ 89.728	\$ 103,85	6	\$ 623
1	TALADRO PERCUTOR HILTI T5			36	\$ 842.250	\$ 974,83	6	\$ 5.849
1	TERRAJA MANUAL CAP.1/2" A 2"	12R	RIDGID	36	\$ 2.322.364	\$ 2.687,92	6	\$ 16.128
	TOTAL							\$ 109.252

HERRAMIENTA CARPINTERO

CANT	DESCRIPCIÓN	REF	MARCA	VIDA UTIL MES	VALOR COMERCIAL	VALOR DIARIO	DIAS	VALOR TOTAL NECESARIO
1	ALICATE		STANLE Y	12	\$ 17.407	\$ 60,44	6	\$ 363
1	BROCA HILTI	1/4X6	HILTI	1	\$ 27.087	\$ 1.128,62	6	\$ 6.772
1	BROCA HILTI	3/8X6	HILTI	1	\$ 35.038	\$ 1.459,90	6	\$ 8.759
1	BROCA HSS	1/8	HSS	1	\$ 167	\$ 6,97	6	\$ 42
1	BROCA HSS	1/4	HSS	1	\$ 2.414	\$ 100,60	6	\$ 604
1	BROCA HSS	3/16	HSS	1	\$ 1.909	\$ 79,55	6	\$ 477
1	CAJAS DE HERRAMIENTAS GRANDES			12	\$ 33.690	\$ 116,98	6	\$ 702
1	CANDADOS		YALE	12	\$ 23.527	\$ 81,69	6	\$ 490
1	CARETA PARA PULIR			12	\$ 112.300	\$ 389,93	6	\$ 2.340
1	CARETA PARA SOLDAR			12	\$ 134.760	\$ 467,92	6	\$ 2.808
2	CEGUETA HOJA			0,25	\$ 3.650	\$ 608,29	6	\$ 7.300
1	COPA SIERRA 1", 3/4"		BLACK & DECKER	12	\$ 6.682	\$ 23,20	6	\$ 139
1	CORTAFRIO 6" AISLADO		STANLEY	12	\$ 25.380	\$ 88,12	6	\$ 529
1	DECAMETRO	15M	STANLEY	12	\$ 35.880	\$ 124,58	6	\$ 747
1	DESTORNILLADOR DE ESTRELLA		STANLEY	12	\$ 9.377	\$ 32,56	6	\$ 195
1	DESTORNILLADORES PALA 8X150MM		STANLEY	12	\$ 8.423	\$ 29,24	6	\$ 175
1	EXTENCIONES MONOFASICAS	20M		12	\$ 39.305	\$ 136,48	6	\$ 819
1	FLEXOMETROS		STANLEY	12	\$ 2.808	\$ 9,75	6	\$ 58
1	LIMAS PLANA		STANLEY	12	\$ 6.177	\$ 21,45	6	\$ 129
1	MARCOS DE SEGUETA		STANLEY	12	\$ 22.179	\$ 77,01	6	\$ 462
1	MARTILLO DE BOLA 3 LBS		IFEL O CORNETA	12	\$ 17.631	\$ 61,22	6	\$ 367
1	PULIDORA MANUAL			24	\$ 393.050	\$ 682,38	6	\$ 4.094
1	SOPORTE PARA TRABAJO DE TUBERIA			36	\$ 280.750	\$ 324,94	6	\$ 1.950
1	TALADRO MANUAL		BLACK & DECKER	36	\$ 89.728	\$ 103,85	6	\$ 623
	TOTAL							\$ 40.944

HERRAMIENTA DESARROLLO DE SOFTWARE

CANT	DESCRIPCIÓN	REF	MARCA	VIDA UTIL MES	VALOR COMERCIAL	VALOR DIARIO	DIAS	VALOR TOTAL NECESARIO
------	-------------	-----	-------	---------------------	--------------------	-----------------	------	--------------------------

1	IMPRESORA			24	\$ 905.600	\$ 1.572,22	20	\$ 31.444
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	35	\$ 91.713
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	20	\$ 52.407
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	20	\$ 52.407
	TOTAL							\$ 227.972
HERRAMIENTA DESARROLLO DEL CURSO								
CANT	DESCRIPCIÓN	REF	MARCA	VIDA UTIL MES	VALOR COMERCIAL	VALOR DIARIO	DIAS	VALOR TOTAL NECESARIO
1	IMPRESORA			24	\$ 905.600	\$ 1.572,22	30	\$ 47.167
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	40	\$ 104.815
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	40	\$ 104.815
1	PORTATIL	12R	RIDGID	36	\$ 2.264.000	\$ 2.620,37	15	\$ 39.306
	TOTAL							\$ 296.102
		VALOR TOTAL HERRAMIENTA SIN INGENIERIA						\$ 1.173.755

Tabla 9. Costos Variables

GASTOS ADMINISTRATIVOS	SALARIO	FACTOR PRESTACIONAL	SEMANA	No. SEMANAS	VALOR TOTAL
Presidente Empresa	\$ 3.500.000,00	1,56	\$ 1.365.000,00	28	\$ 38.220.000,00
Director Recursos Humanos	\$ 2.340.000,00	1,56	\$ 912.600,00	28	\$ 25.552.800,00
Contador	\$ 1.872.000,00	1,56	\$ 730.080,00	28	\$ 20.442.240,00
Servicios Generales	\$ 1.100.000,00	1,56	\$ 429.000,00	28	\$ 12.012.000,00
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS					\$ 96.227.040,00
GASTOS GENERALES			SEMANA	No. SEMANAS	VALOR TOTAL
Arrendamiento			\$ 250.000,00	28	\$ 7.000.000,00
Pago de servicios públicos			\$ 112.500,00	28	\$ 3.150.000,00
Gastos de Publicidad			\$ 50.000,00	28	\$ 1.400.000,00
Seguros			\$ 25.000,00	28	\$ 700.000,00
Seguridad			\$ 37.500,00	28	\$ 1.050.000,00
Cuotas de Administración			\$ 50.000,00	28	\$ 1.400.000,00
Teléfono y Fax			\$ 30.000,00	28	\$ 840.000,00
Papelería			\$ 45.000,00	28	\$ 1.260.000,00
TOTAL GASTOS GENERALES					\$ 16.800.000,00
GASTOS FINANCIEROS			SEMANA	No. SEMANAS	VALOR TOTAL
Prestamos			\$ 500.000,00	28	\$ 14.000.000,00
TOTAL GASTOS FINANCIEROS					\$ 14.000.000,00
VALOR TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN					\$ 127.027.040

Tabla 10. Duración del Proyecto

	PROYECTO	ING e IMPLEMENTACION	FUNCIONAMIENTO
Total Días	156	63	93
Semanas	26	10,5	15,5
Redondeado	26	11	16
Meses	6,5	2,75	4
Redondeado	7	3	4

Tabla 11. Costo Total del Proyecto

COSTOS FIJOS	
ACTIVIDADES DE INGENIERIA	
MANO DE OBRA	\$ 4.524.000
HERRAMIENTA	\$ 161.939
Total	\$ 4.685.939
ACTIVOS	
INGENIERIA	\$ 942.000
IMPORTADOS	\$ 38.307.877
NACIONALES	\$ 163.269.600
MATERIALES	\$ 7.022.535
Total	\$ 209.542.012
COSTOS VARIABLES DIRECTOS	
MANO DE OBRA	\$ 73.844.992
DOTACION INSTALACION	\$ 683.539
GASTOS INSTALACION	\$ 1.336.000
HERRAMIENTA	\$ 1.173.755
Total	\$ 77.038.286
COSTOS VARIABLES INDIRECTOS	
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 96.227.040
GASTOS GENERALES	\$ 16.800.000
GASTOS FINANCIEROS	\$ 14.000.000
Total	\$ 127.027.040
COSTO TOTAL PROYECTO	\$ 418.293.277

Tabla 12. Negociación del Proyecto

VALOR MINIMO RENTABILIDAD	28%
PRECIO DE VENTA MINIMO	\$ 580.962.884
DESCUENTO	5%
PRECIO DE VENTA PUBLICO	\$ 611.539.878

5. Bibliografía

Annika Eichler., Christian Hoffmann., Christian Kautz and Herbert Werner. (2013). Design of Tutorial Activities and Homework Assignments for a Large-Enrollment Introductory Course in Control Systems. *10 th. IFAC Symposium Advances in control Education. August 28-30.* Sheffield, UK.

S Gallardo., E Molina y F Barrero. (2007). Aplicación de tecnologías multimedia para el aprendizaje asíncrono de instrumentación electrónica. *TAAE: Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica.*

M Gómez y R Gómez. (2007). Material educativo computarizado para enseñanza de la instrumentación básica en electrónica. *TAAE: Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica.*

Vivienda y Desarrollo Territorial Ministerio de Ambiente. NSR-10. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Diario Oficial.

National Fire Protection Association. (2001). NFPA 85 Boiler and Combustion Systems Hazards Code.

National Fire Protection Association. (2008). NFPA 30: Código de Líquidos Inflamables y Combustibles. 2008.

National Fire Protection Association. (2013). NFPA 72. Código Nacional de Alarmas.

National Fire Protection Association. (2014). NFPA 70. Código Eléctrico Nacional.

Santo Padre y Los Obispos. Documento de Medellín II. (1968). *Conferencia General del Episcopado Latinoamericano. Page La Justicia. 1 Hechos. P1.* Proyecciones Pastorales.

Santo Padre y Los Obispos. Documento de Puebla III. (1979). Conferencia General del Episcopado Latinoamericano. Pages Universidades 1052, 1060 y 1062.

Guillen Salvador, Antonio. (1988). Introducción a la neumática. Marcombo, 1988.

Guillen Salvador, Antonio. (1999). Aplicaciones industriales de la neumática. 1999.

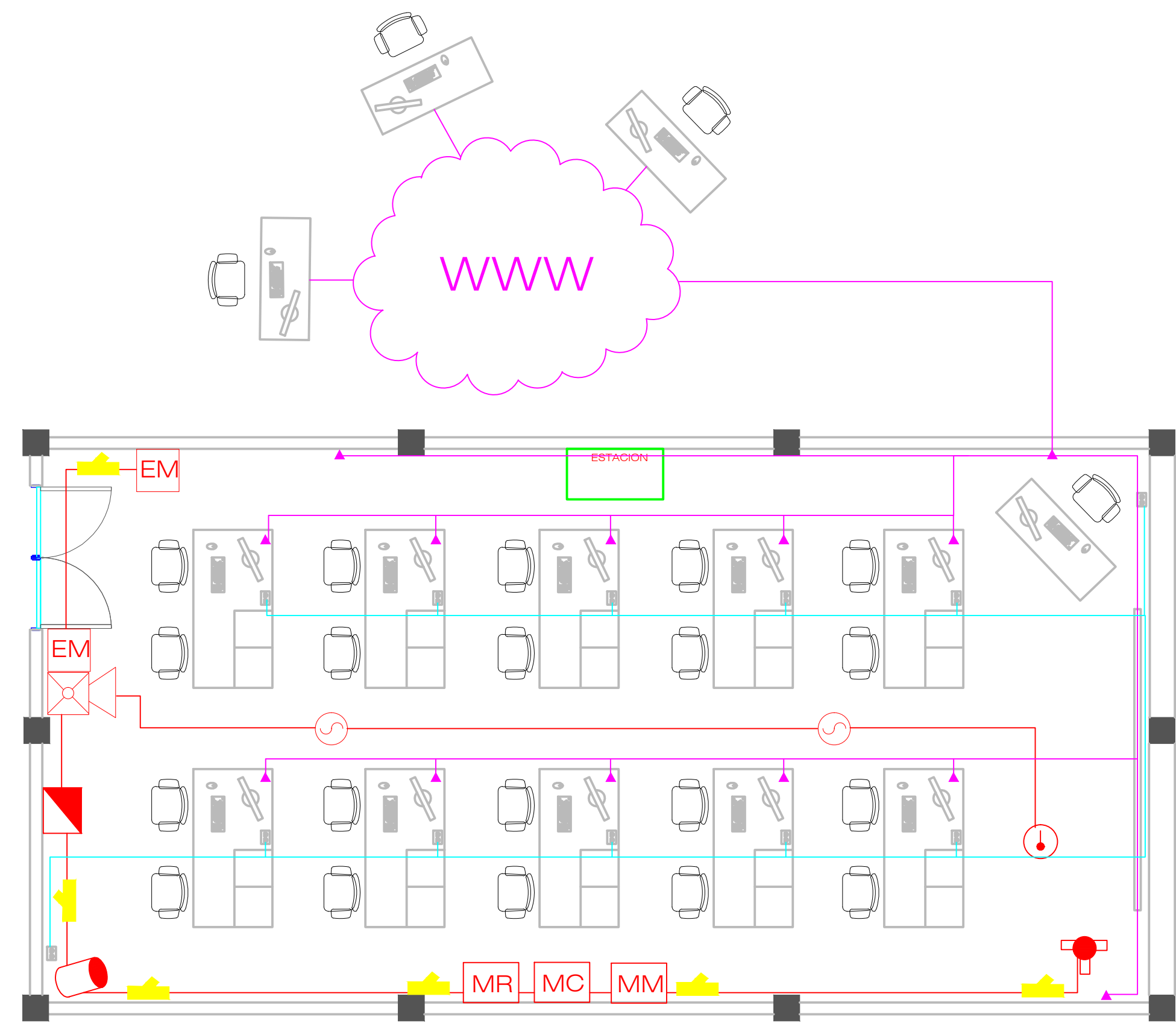
Creus Sole, Antonio. (2005). Instrumentación industrial. Marcombo, 2005.

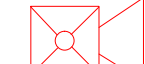
Bourdette, Jorge. (2008). Seguridad y Disponibilidad en Calderas y Hornos. *Automation Word Argentina.* ABB.

Galindo Diez, Xavier. (2012). Sistemas Instrumentados de Seguridad. Escola Tecnica Superior Enginyeria. Universitat Rovira I Virgili. Junio. Catalunya

6. Anexo A

PLANOS



5		SENSOR LLAMA		SELLO CORTAFUEGO
5		SENSOR GAS		RED ELECTRICA
1		PANEL INCENDIO		RED DE DATOS
6		ESTACION MANUAL		RED INCENDIO
8		SIRENA ESTROBO		PUNTO DE DATOS
41		SENSOR DE HUMO		TOMA ELECTRICA
0		SENSOR TEMPERATURA		
0		MODULO DE MONITOREO		
0		MODULO DE CONTROL		
0		MODULO DE RELEVO		

Ingenieria de Detalle Instalacion
Electrica Laboratorio de
instrumentacion Electronica.
Planta.

Universidad Santo Tomas

Escala:

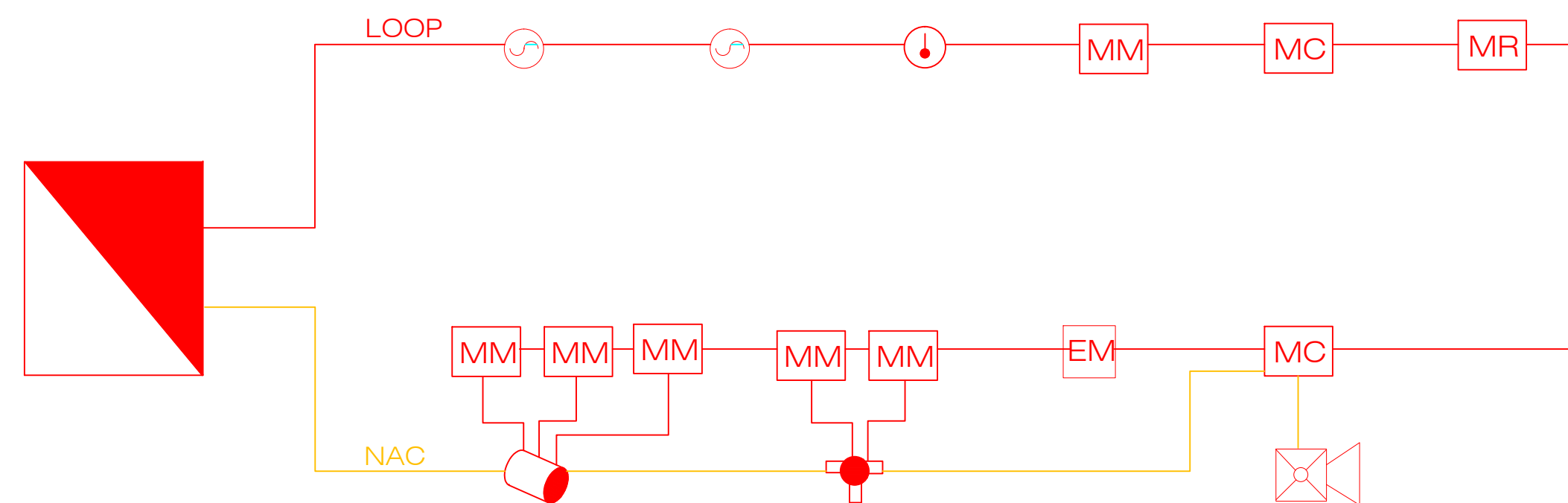
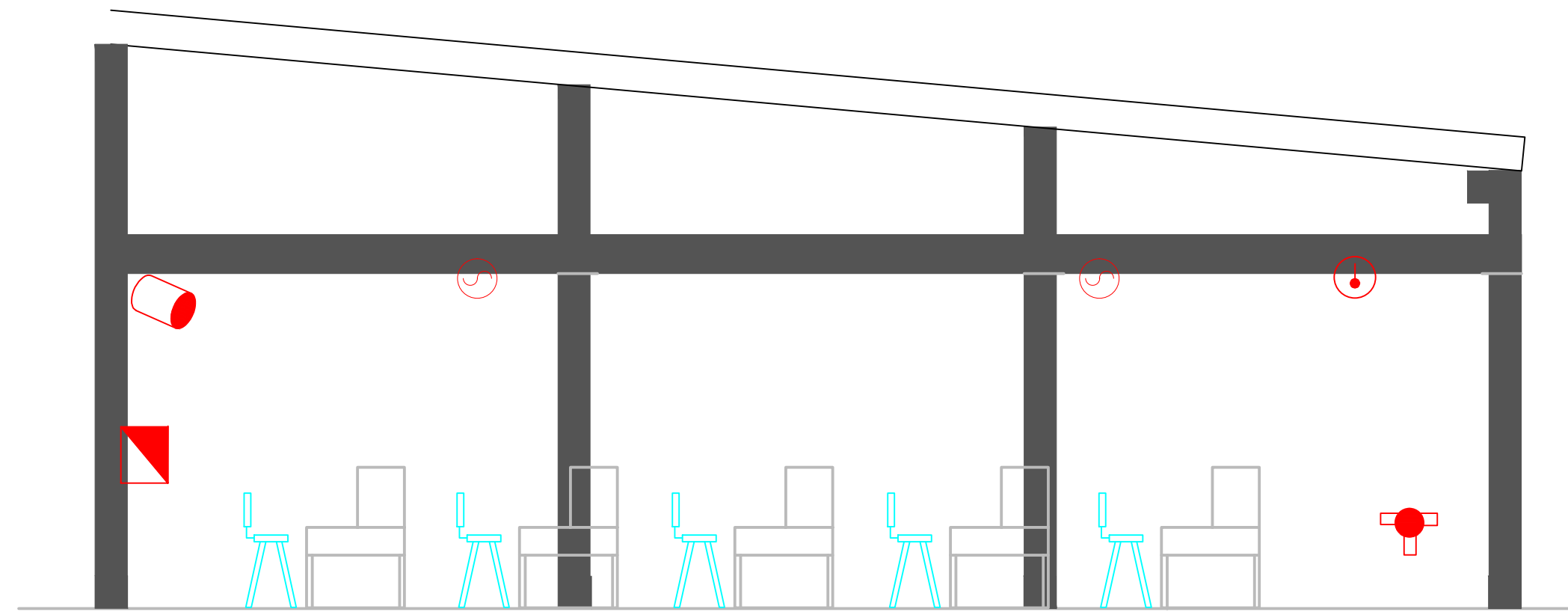
Dibujo:

Fecha:

Plano:

Firma:

Rev.



Ingenieria de Detalle Instalacion
Electrica Laboratorio de
instrumentacion Electronica.
Corte y Diagrama Unifilar

Universidad Santo Tomas

Escala:

Dibujo:

Fecha:

Plano:

Firma:

Rev.

7. Anexo B

CRONOGRAMA

