

**RENDIMIENTOS Y COSTOS DIRECTOS REALES DE MANO DE OBRA PARA LA
CONSTRUCCION DE LA PRIMERA ETAPA DEL BLOQUE ADMINISTRATIVO
DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONOMICAS Y
ADMINISTRATIVAS (FCCEA) DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA**



**JHON FREDY VARGAS VARGAS
ALEJANDRO IVAN ARCILA COLLAZOS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2006**

**RENDIMIENTOS Y COSTOS DIRECTOS REALES DE MANO DE OBRA PARA LA
CONSTRUCCION DE LA PRIMERA ETAPA DEL BLOQUE ADMINISTRATIVO
DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONOMICAS Y
ADMINISTRATIVAS (FCCEA) DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**JHON FREDY VARGAS VARGAS
ALEJANDRO IVAN ARCILA COLLAZOS**

Trabajo de grado realizado como requisito parcial para optar el titulo de ingeniero civil.

**Director
ARQ. GUSTAVO ADOLFO ANGEL VERA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2006**



AGRADECIMIENTOS

Para la materialización de este trabajo de grado, se contó con la colaboración de distintas personas, algunas de ellas pertenecientes a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, y otras vinculadas a la construcción del edificio; sin embargo todas éstas aportaron a sus respectivos conocimientos, para la satisfactoria culminación del presente trabajo. Gracias a su apoyo este logro es una realidad.

A Fernando Reyes, Ingeniero Civil, Residente de Interventoría, quien en todo momento estuvo presto a complementar con información oportuna la toma diaria de datos; además de dedicar parte de su tiempo y experiencia para aportar a la formación profesional de quienes realizaron este trabajo.

A Gustavo Adolfo Ángel, Arquitecto, docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Director de Trabajo de Grado por sus orientaciones y sugerencias en busca de conseguir la presentación de un trabajo acorde con los objetivos planteados.

A Andrés José Castrillón, Ingeniero Civil, docente de la Facultad de Ingeniería Civil, Interventor Administrativo del Proyecto, por brindar asesoría temática, formación académica y fundamentos teóricos necesarios. Por su dedicación al trabajo y confianza proporcionada a los realizadores de éste.



*UNIVERSIDAD DEL CAUCA
Rendimientos y Costos Reales Directos
Construcción Primera Etapa
del Edificio de la FCCEA*

A los ingenieros Ignacio López, German Lehmann y Antonio Lehmann y a todo el personal bajo sus órdenes, encargados de la construcción del Edificio de la FCCEA, por su colaboración para el correcto seguimiento de las actividades constructivas realizadas.

A los profesores que hacen parte del Departamento de Construcción de la Facultad de Ingeniería Civil por brindar el espacio o todos los estudiantes que quisieron participar de la construcción del Proyecto.

A Margarita López, Secretaria de la Gerencia del Proyecto FCCEA, por su amable atención y colaboración oportuna.

A nuestros Padres, amigos y compañeros y a todos aquellos que apoyaron y motivaron la realización de este trabajo.

Fundamentalmente, gracias a Dios que nos ha brindado la capacidad motriz e intelectual para poder llevar a cabo la realización del mismo.



PRÓLOGO

La base para establecer el costo de la mano de obra de un proyecto está en conocer su rendimiento; pero si éste es algo desconocido resulta muy difícil presupuestar con precisión en un proyecto de construcción.

Ante esto es necesario ponerse en la tarea de medir el rendimiento de la mano de obra a través de la observación directa y un exhaustivo seguimiento del avance de las diversas actividades de construcción. Para esto se hace una recolección muy completa de información en forma diaria definiendo el tiempo empleado, el personal requerido, su grado de preparación y la cantidad de obra ejecutada para cada actividad desarrollada en cada jornada.

El estudio de los rendimientos de mano de obra es algo insipiente. Los contratistas no utilizan los rendimientos de la mano de obra como dato básico para realizar los análisis de precios unitarios cuando hacen el presupuesto de una obra; lo que comúnmente hacen es ajustar los rendimientos a cotizaciones que obtienen de subcontratistas, es decir que los rendimientos son algo secundario a la hora de calcular los costos de la mano de obra.

Todo esto motiva a llevar a cabo este estudio, que resulta algo dispendioso por tratarse del desempeño de personas que interactúan dentro del desarrollo de una construcción específica, influenciados por múltiples variables, tales como estado del tiempo, relación trabajador - patrono y trabajador - trabajador, la capacidad de planeación y administración por parte de la dirección de la obra, etc.

Se espera hacer un pequeño aporte al mejor planeamiento, control y dirección de las obras de construcción con la optimización del uso de la mano de obra. También que en el futuro se siga investigando en este tema para ampliar los conocimientos que se tienen sobre el tema; en busca de obtener datos confiables y aplicables a diversos proyectos de construcción.



CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. ANTECEDENTES	15
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DEL EDIFICIO DE LA FCCEA	19
2.1. LOCALIZACIÓN	19
2.2. CARACTERÍSTICAS	20
2.3. CONTRATISTAS Y PROVEEDORES QUE INTERVINIERON EN LA CONSTRUCCIÓN	20
3. OBJETIVOS	22
3.1. OBJETIVO GENERAL	22
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. MARCO TEÓRICO	23
4.1. MANO DE OBRA	23
4.1.1. RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA	24
4.1.2. ESTUDIO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA	25
4.2. COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	27
4.2.1. COSTO UNITARIO	28
4.2.2. COSTO DE LA MANO DE OBRA	29
5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DEL BLOQUE ADMINISTRATIVO DEL EDIFICIO DE LA FCCEA DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	30
5.1. ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO	30
5.2. COLOCACIÓN Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO	34
6. METODOLOGÍA	35
6.1. RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA	35
6.1.1. CONCRETO PARA CIMIENTOS	39
6.1.1.1. ZAPATAS	39



6.1.1.2. VIGAS DE CIMENTACIÓN	40
6.1.2. CONCRETO PARA COLUMNAS	40
6.1.3. CONCRETO PARA PLACAS ALIGERADAS DE ENTREPISO	42
6.1.4. CONCRETO PARA ESCALERAS	43
6.1.5. CONCRETO PARA VIGAS DE CUBIERTA Y VIGA CANAL	44
6.1.6. FABRICACIÓN DE CASETONES.	45
6.1.7. COLOCACIÓN Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO	46
6.2. COSTOS DIRECTOS DE LA MANO DE OBRA	47
7. RESULTADOS	49
8. OBSERVACIONES	55
ANEXOS	66
BIBLIOGRAFÍA	255



LISTA DE FOTOS

		Pág.
FOTO A1	Camiones mixers utilizados para transporte del concreto	30
FOTO A2	Autobomba	30
FOTO A3	Vaciado de concreto para zapatas	40
FOTO A4	Formaleta para vigas de cimentación	40
FOTO A5	Formaleta metálica para columnas	41
FOTO A6	Vaciado de columnas	41
FOTO A7	Formaleta para pedestales	41
FOTO A8	Pedestal terminado	41
FOTO A9	Sistema de apoyo para fundición de placa de entrepiso	42
FOTO A10	Fundición de placa de entrepiso	42
FOTO A11	Sistema de apoyo para fabricación de escaleras	43
FOTO A12	Formaletería de escaleras	43
FOTO A13	Formaletería de viga canal	44
FOTO A14	Vaciado de concreto vigas de cubierta	44
FOTO A15	Casetones forrados en plástico y casetex	46
FOTO A16	Casetones en madera sin forrar	46
FOTO A17	Amarre de acero para escaleras	46
FOTO A18	Amarre de acero de vigas de cimentación.	46

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla No. 1	Reporte diario de mano de obra	16
Tabla No. 2	Tabla de Rendimientos de Mano de Obra. Ing. Carlos Suárez Salazar	17
Tabla No. 3	Clases de Concreto que intervinieron en la Construcción de la primera etapa del edificio de la FCCEA	31
Tabla No. 4	Peso por unidad de longitud de las varillas de acero, según su diámetro	34



Tabla No. 5	Formato de Toma de Datos Diaria	36
Tabla No. 6	Horas de trabajo estimadas de maestros de obra, para cada actividad	38
Tabla No. 7	Calculo del Costo Real de Salario	48
Tabla No. 8	Resultados de Rendimientos y Costos Reales Directos	51
Tabla No. 9	Rendimientos de mano de obra mes por mes	54
Tabla No. 10	Rendimientos Teóricos de Mano de Obra	61

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICAS DE COMPARACIÓN RENDIMIENTOS Vs. TIEMPO:		Pág.
Gráfica No. 1	Rendimiento Vs Tiempo en el Amarre de Acero para Columnas	55
Gráfica No. 2	Rendimiento Vs. Tiempo en el Amarre de Acero para Losas de Entrepiso	56
Gráfica No. 3	Rendimiento Vs Nivel en la Actividad de Concreto para Placas de Entrepiso	57
Gráfica No. 4	Rendimientos Vs Tiempo en la Actividad de Concreto para Columnas	58
GRÁFICAS DE COMPARACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DIRECTOS DE MANO DE OBRA:		
Gráfica No. 5	Concreto F'c 21 Mpa para Zapatas Z1, Z2 Y Z3	59
Gráfica No. 6	Concreto F'c 21 Mpa para Vigas de Cimentación Vc1 Y Vc2	59
Gráfica No. 7	Concreto F'c 21 Mpa para Columnas C1 Y C2	59
Gráfica No. 8	Concreto F'c 21 Mpa para Losa de Entrepiso	59
Gráfica No: 9	Concreto F'c 21 Mpa para Vigas de Cubierta Vc1 Y Vc2	60
Gráfica No. 10	Concreto F'c 21 Mpa para Viga Canal	60
Gráfica No. 11	Concreto F`C 21 Mpa para Escaleras	60
Gráfica No. 12	Amarre de Acero de Refuerzo Fy 420 Mpa	60



GRÁFICAS DE COMPARACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DIRECTOS DE MANO DE OBRA:

Gráfica No. 13 Concreto para Zapatas	61
Gráfica No. 14 Concreto para Columnas	61
Gráfica No. 15 Concreto para Placas Aligeradas	62
Gráfica No. 16 Concreto para Escaleras	62
Gráfica No: 17 Concreto para Pedestales	62
Gráfica No. 18 Concreto para Vigas Canales	62

LISTA DE ANEXOS

ANEXO No. 1 PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL PROYECTO

	Pág.
1. PLANTA GENERAL	67
2. FACHADA PRINCIPAL	68
3. FACHADA POSTERIOR	69
4. PLANTA PRIMER PISO	70
5. PLANTA SEGUNDO PISO	71
6. PLANTA TERCER PISO	72
7. PLANTA CUARTO PISO	73

ANEXO No. 2 PLANOS ESTRUCTURALES DEL BLOQUE ADMINISTRATIVO

	Pág.
1. PLANTA ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	75
2. DETALLE DE VIGAS DE CIMENTACIÓN, ZAPATAS Y ALZADA DE COLUMNAS	76
3. PLANTA DE ELEMENTOS DE ENTREPISO DE 2° Y 3° NIVEL	77
4. PLANTA ELEMENTOS DE ENTREPISO DE DE 4° NIVEL	78



5. DETALLE DE VIGAS DE ENTREPISO	79
6. PLANTA ELEMENTOS DE CUBIERTA	80
7. DETALLE DE ELEMENTOS DE CUBIERTA	81
ANEXO No. 3 DATOS TOMADOS EN LA OBRA	83
ANEXO No. 4 FOTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS (FCCEA) DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	Pág.
FOTO No. 1 Trabajos de descapote del terreno	232
FOTO No. 2 Corte y perfilado del talud posterior al Edificio de la FCCEA.	232
FOTO No. 3 Construcción del campamento	233
FOTO No. 4 Ensayo de densidad sobre rellenos compactados.	233
FOTO No. 5 Relleno compactado y reforzado con geotextil tejido.	234
FOTO No. 6 Excavaciones para cimientos	234
FOTO No. 7 Amarre de acero para zapatas y arranque de columnas	235
FOTO No. 8 Vaciado de concreto para zapatas	235
FOTO No. 9 Vaciado y vibrado de concreto para vigas de cimentación	236
FOTO No. 10 Vaciado de concreto para columnas de primer piso (formaletería metálica)	236
FOTO No. 11 Armado de sistema de apoyo para construcción de losa de segundo piso	237
FOTO No. 12 Amarre de de vigas y viguetas para losa aligerada de entrepiso	237
FOTO No. 13 casetón forrado con casetex; al fondo, casetones sin forrar	238
FOTO No. 14 Disposición de los casetones en la losa de entrepiso (2º piso)	238
FOTO No. 15 Encofrado perimetral de la losa de entrepiso (2º piso)	239
FOTO No. 16 Fundición de losa de entrepiso (2º piso)	239
FOTO No. 17 Colocación de concreto para columnas de 2º a 3º piso	240



FOTO No. 18 Casetones totalmente cubiertos con esterilla (para ser forrados con plástico)	240
FOTO No. 19 Entablero para losa de 3° piso	241
FOTO No. 20 Losa de 3° piso próxima a ser fundida	241
FOTO No. 21 Columnas de 3° a 4° piso en proceso de construcción	242
FOTO No. 22 Entablero para los del 4° (último) piso	242
FOTO No. 23 Perforación para colocación de anclajes para vigas de carga de escaleras	243
FOTO No. 24 Colocación de anclajes, barras No. 5 con mortero epóxico	243
FOTO No. 25 Amarre de acero para escaleras	244
FOTO No. 26 Vaciado de concreto para escaleras	244
FOTO No. 27 Amarre de acero para columnas de 4° piso a cubierta	245
FOTO No. 28 Detalle de columnas que terminan a nivel de la losa de 4° piso	245
FOTO No. 29 Acero amarrado para viga de cubierta (Viga canal)	246
FOTO No. 30 Formateado de vigas de cubierta	246
FOTO No. 31 Viga canal recién fundida	247
FOTO No. 32 Vigas y losa de cubierta terminadas	247

ANEXO No. 5 DESCRIPCIÓN DE LOS CASETONES QUE SE FABRICARON PARA LAS PLACAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DEL EDIFICIO DE LA FCCEA	249
--	-----

ANEXO No. 6 CAPITULOS Y ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLARON EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO FCCEA.	251
--	-----



INTRODUCCIÓN

En la actualidad no se tiene certeza de cuál es el rendimiento real de la mano de obra en la construcción, a pesar de ser éste un factor influyente cuando se quiere saber el costo de construcción de una obra. Es por esto, que los presupuestos que proyecta un Ingeniero constructor, deben ajustarse a las ofertas de los subcontratistas (maestros y oficiales de obra) para no arriesgarse a obtener pérdidas.

Con la realización de este proyecto, se espera obtener unos rendimientos medidos directamente en el sitio, los cuales posteriormente se convertirán en costos directos. Los valores que arrojará esta investigación se ajustarán a las condiciones particulares de la obra en estudio, y constituirán un avance en este tema.

Este trabajo comprendió una exhaustiva recolección de datos, paralela al desarrollo de la construcción de la primera etapa del Bloque Administrativo de Edificio de la FCCEA, que luego se analizaron para la materialización de este documento que contiene la información no solo de rendimientos, sino también de los costos directos que tuvo la mano de obra para la realización de las principales actividades constructivas, determinadas así:

CIMENTACION:

- Zapatas (Tipo: Z1, Z2 y Z3)
- Vigas de Cimentación (0.50*0.40 y 0.30*0.40)

ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO

- Columnas, C1(0.50*0.50) y C2(0.30*0.50)
- Losa aligerada de entepiso $h = 0.40\text{m}$.
- Concreto para escaleras
- Vigas de cubierta, tipo VC1, VC2, VC3, VC4 (viga canal).



ACERO DE REFUERZO

- Colocación y amarre de acero de refuerzo

Las anteriores actividades son consideradas como las mas importantes desarrolladas en la construcción de la primera etapa del Bloque Administrativo del Edificio de la FCCEA, por concentrar la mayor cantidad de personal, requerir la mayor atención de constructores e interventores y demandar el mayor porcentaje del tiempo y del presupuesto correspondiente a la construcción de la primera etapa del edificio. Por lo tanto, cuando en este documento se hable de *Actividades Constructivas, Rendimientos y Costos Reales Directos de Mano de Obra* se estará haciendo referencia única y exclusivamente a las actividades de construcción ya mencionadas, correspondientes a la primera etapa del Bloque Administrativo del Edificio de la FCCEA.

Con la realización de este trabajo se busca contribuir al estudio de los rendimientos de la mano de obra, ofreciendo un material de referencia que sirva para futuros proyectos de construcción y de investigación; además se pretende propiciar la búsqueda de alternativas que contribuyan al incremento la productividad de la mano de obra y con esto optimizar el uso de los recursos humanos, financieros y demás, inmersos en el campo de la construcción.



1. ANTECEDENTES

El comportamiento del rendimiento de la mano de obra en las obras de construcción no ha sido muy estudiado, por lo tanto es muy poca la información que sobre el tema existe en la bibliografía. Por otro lado, realizar el presupuesto de un proyecto, calculando los costos directos a partir de los rendimientos de la mano de obra, los tiempos gastados y las cuadrillas empleadas es algo inusual, tal vez, porque no es muy fácil encontrar documentos o publicaciones que contengan información confiable sobre este particular.

Hay algunos trabajos y publicaciones importantes, como *“Costo y Tiempo en Edificación”*, del ingeniero Carlos Suárez Salazar, *“Presupuestos de Construcción”*, del ingeniero Juan Guillermo Consuegra; que tratan el tema de una manera muy general, dando algunas pautas para la determinación de los rendimientos, Dichos documentos, aunque proporcionan una información importante no profundizan sobre aspectos particulares de cada obra.

Existe en la Universidad del Cauca un trabajo de investigación similar a éste, realizado por Claudia María Aguirre y Sandra Lucía Gúaúña en el año 2002, titulado *“RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DESARROLLADOS EN LA URBANIZACIÓN VILLA DEL VIENTO, POPAYÁN CAUCA”*, donde se hace un seguimiento a todas las actividades de construcción de la citada urbanización, desde el descapote hasta la terminación total de las viviendas, vías, zonas verdes, etc. Dicho seguimiento se hace capítulo a capítulo calculando para cada actividad el rendimiento de la mano de obra a partir de los datos obtenidos en el sitio. En este trabajo no se hace estudio de costos, sin embargo es un trabajo interesante, que sirve de referencia para proyectos similares de vivienda.

En el libro *“PRESUPUESTOS DE CONSTRUCCIÓN”* de J. Guillermo. Consuegra., se trata el tema de los Rendimientos, dando importantes fundamentos teóricos y recomendaciones



para su estudio. En este texto se encuentra un formato para el reporte diario de la mano de obra de la siguiente forma:

Tabla No.1 Reporte diario de mano de obra

REPORTE DIARIO DE MANO DE OBRA			Excavación	Desagües 4"	Desagües 6"	Muros 0.15 m	Pañete muros
OBRA: _____ FECHA: _____							
No	NOMBRES	CAT					
1	Pedro Pérez	OF	8 -				
2	Juan Rodríguez	AY	- 8				
3	Julián Silva	OF		5 -	3 -		
4	Richard Díaz	AY		- 5	- 3		
5	Álvaro Ramírez	OF				8 -	
6	Pablo Zipaquirá	OF					8 -
7	Antonio Álvarez	AY				- 4	- 4
SUMA			8 - 8	5 - 5	3 - 3	8 - 4	8 - 4
SUMA CORREGIDA			4 - 4	2.5 - 2.5	1.5 - 1.5	4 - 2	4 - 2
CANTIDAD DE OBRA			8 M ³	10 ML	5 ML	10 M ²	20 M ²
OBSERVACIONES Y DESCUENTOS							
Lluvia: 40%							
Suministros: 10%							

El formato mostrado (Tabla No. 1) incluye el nombre y especialidad de cada trabajador, una relación de las actividades que se desarrollan durante el día y un espacio para colocar observaciones, que principalmente hacen referencia a circunstancias que impiden el normal avance en las actividades. En las columnas de cada actividad se anota a la izquierda el tiempo invertido por cada oficial y a la derecha el tiempo invertido por cada ayudante; abajo se registran los totales de horas trabajadas por cada obrero, luego a estas horas se les hace el



descuento (en este caso 50%) especificado en las observaciones y finalmente se consigna la cantidad de obra ejecutada, durante la jornada, en cada actividad.

Este formato es de gran utilidad cuando se quiere hacer control de rendimiento en forma individual por cada trabajador o por cuadrilla; cuando se quiere hacer un control de avance de obra o para realizar un control de costos presupuestados Vs. Costos reales en cada actividad en lo que se refiere a la mano de obra.

Otro libro importante es “COSTO Y TIEMPO DE EDIFICACIÓN” de Carlos Suárez Salazar, donde a través de datos obtenidos en el campo y a partir de la experiencia, se analizan los rendimientos de mano de obra. En este texto se presenta una tabla en la que se relacionan diversas actividades de construcción con sus respectivos rendimientos medidos en Unidad producida por jornal. A continuación se muestra un aparte de dicha tabla:

Tabla No. 2 Tabla de Rendimientos de Mano de Obra Ing. Carlos Suárez Salazar, 1976

CONCEPTO	Und.	Cuadrilla	Rendimiento Aprox.
Localización y replanteo	M2	2	50M2/Jor.
Excavación en material común hasta h = 2.00m	M3	1	4M3/Jor:
Corte, figurado y amarre de acero de refuerzo	Kg.	4	160Kg/Jor.
Fabricación de cimbras para losas de entrepiso	M2	3	10M2/Jor.
Vaciado de concreto en losas reticulares	M3	2	0.80M3/jor.
Vaciado de concreto en columnas y muros	M3	2	0.85M3/jor.
Vaciado de concreto en cimientos	M3	2	1.50M3/jor.
Repellos	M2	5	19M2/jor.

Como puede verse, en la Tabla No. 2 se dan valores concretos de rendimientos de mano de obra para cada actividad, que tal como dice su autor “tienen como fin normar un rango lógico



de los mismos, para que en cada caso particular, el usuario de estos datos, los investigue en forma exhaustiva, consistente y estadística para integrar sus propios rendimientos, producto de su experiencia, sus políticas de empresa, sus motivadores, sus facultades de director, sus relaciones humanas, su condición competitiva, etc.¹”. Pero tal como puede observarse en la tabla No. 2, los rendimientos que allí se presentan, hacen referencia a una actividad ejecutada por una cuadrilla, para la cual no se especifica la categoría del personal que la compone, si son oficiales, ayudantes o si se trata de una combinación de ellos, caso en el cual se debería aclarar cuántos pertenecen a cada categoría

Entre otros textos están: “APUNTES DEL CURSO DE CONSTRUCCIÓN” de Samuel Reifer Grynbaum, donde se encuentran bases teóricas para el cálculo de costos en la construcción; y revistas especializadas en temas de construcción, como Construdata y Noticreto, en las cuales se pueden encontrar notas de interés referentes a maquinaria, equipos, mano de obra, suministros, materiales y demás aspectos inmersos en la construcción.

Todo el material existente es de gran utilidad, pero en la mayoría de estos textos no se especifican variables particulares, que son determinantes para poder llegar a los rendimientos y costos reales que tiene la mano de obra en un proyecto de construcción, tales como categoría del personal que la realiza, características de obra a que se refiere, imprevistos que se presentan en la construcción, lugar donde se localiza, etc.

El tema de los rendimientos es entonces un tema incipiente, que amerita un estudio detallado y particularizado a cada tipo de obra, teniendo en cuenta factores humanos, ambientales, culturales y demás.

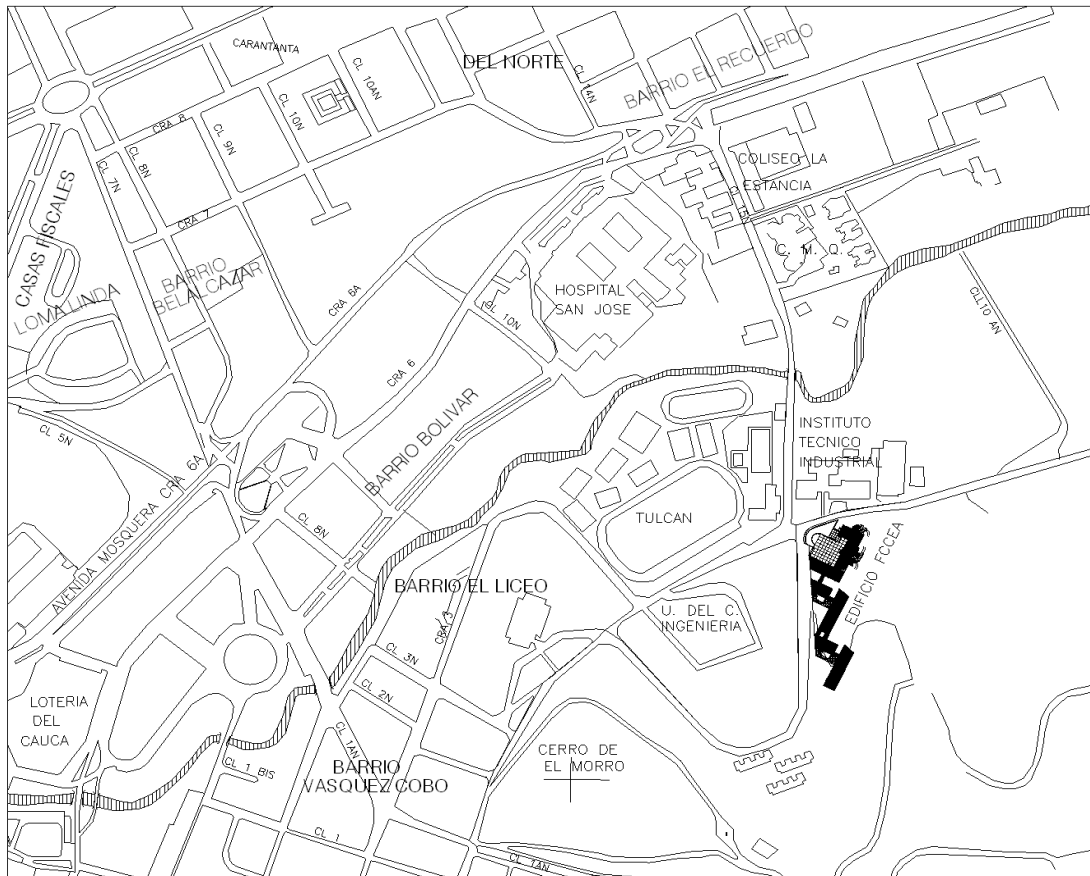
¹ SUÁREZ SALAZAR, Carlos. “Costo y Tiempo en Edificación”. Ed. Limusa. México. 1994, Cap. 2, Pág. 123



2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DEL EDIFICIO DE LA FCCEA

2.1. LOCALIZACIÓN

El Edificio de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas (FCCEA) está ubicado en la carrera 2° con calle 15N de la ciudad de Popayán, en el sector de Tulcán; contiguo a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca.



Ubicación del proyecto en la ciudad de Popayán



2.2. CARACTERÍSTICAS

El proyecto FCCEA tiene un área total de 14856 m², con 6579 m² de área construida, está compuesto de tres bloques, el Administrativo con 3871 m², el bloque A, para aulas, con 840m² y el bloque B, también para aulas, con 1868 m². Cada bloque consta de cuatro pisos en estructura aporricada.

Su construcción se llevó a cabo en tres etapas, descritas de la siguiente forma:

1º Etapa: Construcción de la estructura del proyecto: cimentación, columnas, vigas y placas aligeradas de entrepiso.

2º Etapa: Construcción de las cubiertas para los tres Bloques (Administrativo, Bloque A y Bloque B) y acabados de los bloques A y B

3º Etapa: Construcción de acabados para el Bloque Administrativo.

2.3. CONTRATISTAS Y PROVEEDORES QUE INTERVINIERON EN LA CONSTRUCCIÓN

El contrato de construcción del Edificio de la FCCEA de la Universidad del Cauca estuvo a cargo de Edgar Hernando Oliveros Córdoba, Empresa constructora de la ciudad de Bogotá, con quien la Universidad del Cauca firmó el contrato OJ – 040 de 2005 para construcción de la primera etapa del edificio de la FCCEA, por un valor inicial de \$983.434.136, con un plazo de ejecución de 7 meses.

Además del contrato de construcción ya citado, se firmaron otros dos contratos para suministro con las siguientes empresas, quines se desempeñaron como proveedores:

- Concretos de Occidente: se firmó el contrato OJ – 022 de 2005 para el suministro de concreto premezclado, por un valor inicial de \$436.801.231, un plazo de ejecución de



7 meses. Dicha empresa suministró 1925 m³ de concreto al término de la construcción de la primera etapa del edificio de la FCCEA.

- Ferropinturas del Cauca: se firmó el contrato OJ – 043 de 2005 para el suministro de acero estructural figurado, por valor de \$403.217.740 y un plazo de ejecución de 7 meses. El suministro total fue de 217.629,4 Kg. de acero estructural para las actividades correspondientes a la construcción de la primera etapa del edificio de la FCCEA.

Cabe mencionar que La Universidad del Cauca realizó la escogencia de los contratistas por medio de Licitación Pública, quedando favorecidas, después de cumplido el proceso de selección, las firmas ya mencionadas.



3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Presentar los rendimientos y costos reales directos de mano de obra registrados en la construcción de la primera etapa del Bloque Administrativo del Edificio de la Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas de la Universidad del Cauca; con el propósito de facilitar un documento guía para futuras construcciones e investigaciones que requieran información mas detallada sobre el tema.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los rendimientos reales de mano de obra para la realización de las actividades que abarcan la construcción de Zapatas, Vigas, Columnas, Losas de entrepiso y colocación de acero de refuerzo.
- Hacer un registro detallado del número de trabajadores que requiere cada actividad durante el proceso de construcción.
- Vivenciar los procesos constructivos mediante la observación y toma de datos diaria del avance de la obra.
- Presentar los resultados de rendimientos de mano de obra y costos directos reales para cada una de las actividades constructivas ya citadas anteriormente.
- Comparar los costos reales de mano de obra calculados con los presentados en el análisis de precios unitarios por parte del contratista del proyecto.



4. MARCO TEÓRICO

4.1. MANO DE OBRA

Es el esfuerzo físico o mental empleado en la fabricación de un producto. La mano de obra puede dividirse en mano de obra directa e indirecta: Mano de obra directa, es un elemento directamente involucrado en la fabricación de un producto terminado que puede asociarse a éste con facilidad. La mano de obra representa además, un importante costo en la elaboración del producto. Mano de obra indirecta, es aquella involucrada en la fabricación de un producto que no se considera mano de obra directa; la mano de obra indirecta se incluye como parte de los costos indirectos de fabricación.

Según lo anterior, para el presente estudio se tiene en cuenta la mano de obra directa, responsable en gran medida de los Costos Directos que tiene la elaboración de un producto. En este caso, el producto es el Bloque Administrativo del Edificio de la FCCEA, de la Universidad del Cauca, en su primera etapa.

Los Recursos Humanos que intervienen en una obra se pueden clasificar de una forma general así:

- Personal que interviene en el Proyecto
- Personal que interviene en la ejecución de la obra

Dentro del análisis de los rendimientos de la mano de obra solo se tienen en cuenta una parte del personal que interviene en la ejecución de la obra, quienes son los encargados directos de maniobrar los equipos y transformar los materiales en unidades de obra:

- **Oficiales:** tienen conocimientos y destrezas básicas en las técnicas constructivas, tales como colocar plomos, pasar niveles y realizar oficios específicos tales como pegar ladrillos, colocar formaletas, pañetar, etc.



- **Ayudantes:** son los encargados de servir de auxiliares a los oficiales. Realizan tareas que no requieren conocimientos previos tales como transporte interno de materiales y herramientas, excavaciones, aseo, etc.
- **Maestros de obra:** son, por lo general, personas de gran experiencia en la construcción encargados de coordinar las labores de los subcontratistas y los obreros vinculados a la obra; según el tamaño y complejidad de la obra variará el número de maestros².

4.1.1. RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA

El rendimiento se define como la cantidad de tiempo que emplea un obrero para ejecutar una determinada cantidad de obra³. El tiempo puede estar dado en horas o días, su valor se especifica en horas – hombre (H*H) o días – hombre (D*H) empleados para producir una unidad de trabajo.

Los rendimientos son variables, pues hay actividades que demandan un determinado tiempo, pero que no originan directamente unidades de producción, sin embargo sirven para que el avance en otras actividades sea mayor, por ejemplo el Campamento e instalaciones provisionales.

El desempeño de una persona no depende solamente de su capacidad física o de su grado de preparación, sino también de las condiciones ambientales reinantes del lugar de trabajo, factores psicológicos, estado de salud y relaciones interpersonales; de la disposición a tiempo y en el lugar adecuado de materiales y herramienta, de la planeación estratégica de las tareas a realizar, ya que los imprevistos que se presentan por la mala planeación afectan el

² POLANCO, Luis Fernando. “Construcción 1”. Universidad del Cauca. Pág. 21.

³ CONSUEGRA, J Guillermo. Presupuestos de Construcción. Pág. 61.



rendimiento del personal. Por esto, el estudio del rendimiento debe considerar los sucesos reales que se presentan en la obra, los cuales son particulares de cada caso.

En el campo de la construcción es muy común la rotación de personal en los puestos de trabajo, por lo cual se hace necesario hacer un seguimiento constante a cada obrero, discriminando su categoría, (oficial o ayudante), en cada una de las cuadrillas, con el fin de conocer su producción real diaria y, a partir de ésta calcular los costos directos que tiene un determinado proyecto de construcción en cada una de sus actividades.

4.1.2. ESTUDIO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

El rendimiento de la mano de obra se puede establecer a partir de datos obtenidos directamente en los puestos de trabajo, puede calcularse para una persona en particular o para un grupo; para esto es importante tener en cuenta los factores que influyen en el desempeño del trabajador, pues su trabajo debe ser desarrollado en un ambiente, asignado por su patrono, en el que se presenta la influencia de diversos factores:

- Capacidad para planear y encausar el trabajo por parte de los directores de la obra.
- La disponibilidad de materiales y equipos en cantidad suficiente y oportuna en el momento de ejecutar cada actividad.
- Relaciones interpersonales de los mismos trabajadores de la construcción.

Tradicionalmente existen dos métodos para el estudio de los rendimientos de la mano de obra que son:

- ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.
- ESTUDIO DE RENDIMIENTOS POR PROMEDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.



El primero es de común utilización en la industria manufacturera, donde la existencia de puestos fijos de trabajo, operaciones estandarizadas, líneas de montaje y empleados estables, permite determinar los rendimientos con una gran exactitud.

El segundo se acomoda mejor a las particularidades de la industria de la construcción, porque los promedios son el resultado de muchas variables que pueden presentarse en la obra, tales como: el estado del tiempo, la rotación del personal y su consecuente falta de especialización, los continuos cambios de trabajo, las dificultades imprevistas debidas principalmente a desconocimiento del subsuelo o actividades no repetitivas, etc.

Es importante tener en cuenta además, cuando se haga un estudio de rendimientos en el campo de la construcción, algunas consideraciones como las siguientes:

- Las actividades cuyo rendimiento se pretende establecer deben estar suficientemente definidas en su alcance y sus circunstancias para que los datos obtenidos puedan considerarse como representativos para utilizarse en otros presupuestos.
- A pesar de lo anterior, es necesario tener en cuenta que no existe rendimientos de validez universal, pues el desempeño de las personas en su trabajo está condicionado no solo por las determinantes que se mencionaron, sino también por su idiosincrasia, las circunstancias que se estén viviendo en la empresa, la ciudad o el país y las peculiaridades de cada obra, todo lo cual puede originar rendimientos diferentes para actividades aparentemente iguales.
- De igual manera se puede afirmar que los rendimientos no son inmutables, pues los obreros de la construcción son tan sensibles a motivaciones especiales como cualquier otro ser humano.
- El estudio requiere personal especializado de dedicación exclusiva; por eso es imposible obtener resultados confiables cuando la toma de datos se asigna como una tarea secundaria a personas que están ejecutando otro tipo de labores.
- Es usual que los costos de mano de obra se definan solicitando cotizaciones de subcontratistas en lugar de valorizar el tiempo requerido para ejecutar una actividad,



pero la única manera de juzgarlas es utilizando datos confiables de tiempos obtenidos en estudios de rendimientos⁴.

De acuerdo a lo anterior, en el presente estudio de rendimientos se manejó el esquema de estudio de rendimientos por promedios, por ser este el más adecuado para aplicarse a la industria de la construcción, pues los resultados se obtienen a partir de la toma diaria de datos que se consignan en formatos como el mostrado en la Tabla No. 1, en los cuales se puede tener en cuenta la influencia de diversas variables, que como ya se ha dicho, influyen en la determinación de los rendimientos de la mano de obra.

4.2. COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Una obra de construcción es un proceso productivo que genera gastos por pagos que se efectúan para:

- Construir cada elemento definido en los planos y especificaciones.
- Administrar y coordinar el proceso.
- Implantar la obra en su medio ambiente legal y profesional.
- Comercializar el resultado, cuando sea el caso.

Estos cuatro tipos de costos se denominan en su orden: Costos Directos, Gastos Generales, Costos Indirectos y Costos Comerciales.

- **Costos directos:** compra de materiales y productos manufacturados; utilización de personas y equipos para realizar labores de colocación, transporte, transformación o ensamble de aquellos.

⁴ CONSUEGRA, Guillermo. Presupuestos de Construcción. Pág. 64



- **Gastos generales:** sueldos u honorarios de profesionales que coordinen y dirijan el proceso de construcción, instalaciones, equipos y personal auxiliar que permitan desarrollarlo adecuadamente.
- **Costos indirectos:** elaboración de diseños o estudios técnicos, derechos de conexión a las redes de servicios públicos, impuestos asociados con la actividad constructora.
- **Costos comerciales:** intereses del capital y costos asociados, comisiones y costos relacionados con las ventas, administración y gerencia del proyecto completo⁵.

4.2.1. COSTO UNITARIO

Es el costo generado por unidad producida. Se calcula por medio de un análisis por separado y detallado de cada actividad de la construcción, teniendo en cuenta materiales, mano de obra y equipo. La elaboración de los costos unitarios es una actividad dentro del proceso constructivo general, que se inicia con el estudio de la factibilidad de realizar una obra y que termina con la construcción de la misma⁶.

El cálculo de los costos unitarios está apoyado en las especificaciones del proyecto, ya que son éstas las que definen la obra que se requiere (de qué actividades se compone) y la forma como se debe construir.

La mano de obra interviene en la determinación del costo unitario, dentro de los costos directos, para ello se tiene en cuenta el salario y el Rendimiento. Se considera que la mano de obra representa entre un 30% a un 40% del costo total de una obra.

⁵ CONSUEGRA, J Guillermo. Presupuestos de Construcción. Pág. 4

⁶ REIFER, Samuel. Factores de Consistencia de Costos y Precios Unitarios. UNAM.1976



4.2.2. COSTO DE LA MANO DE OBRA

La retribución que se le hace al trabajador por el trabajo realizado se denomina salario. El monto del salario se establece según el tipo de trabajo realizado, a las condiciones de su realización y a la capacidad y preparación del trabajador; pero nunca este salario puede ser menor al mínimo establecido por el gobierno para cada año.

El costo real del salario para empresas colombianas (incluidas las empresas de construcción) es bastante mayor que el simple sueldo o jornal, pues existen sumas adicionales que deben pagarse al trabajador o a diversas instituciones del Estado y deben tenerse en cuenta para incluirlas como mayor valor de la mano de obra. En general, la industria de la construcción está sujeta a todas las disposiciones legales aplicables a las demás industrias, pero tiene un régimen especial para cesantías⁷.

El costo real de la mano de obra, es entonces el salario pagado al trabajador incluyendo el valor de las prestaciones sociales: seguridad social, auxilio de transporte, dotación, prima de servicios, vacaciones, cesantías y demás aportes (SENA, I.C.B.F., Etc.)

Mas adelante, en la Tabla No. 7, numeral 6.2, se presentan en detalle los diversos ítems que intervienen para la determinación del costo real del salario.

⁷ CONSUEGRA, J Guillermo. Presupuestos de Construcción. Pág. 66



5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DEL BLOQUE ADMINISTRATIVO DEL EDIFICIO DE LA FCCEA DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

5.1. ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO

Esta parte comprende todo lo relacionado con el manejo y fabricación de encofrados, construcción de juntas de construcción, transporte, colocación, fraguado y curado del concreto implicados en la fabricación de cada uno de los elementos de la estructura.

Es de anotar que todos los concretos fueron suministrados por la Universidad de Cauca. Dicho concreto fue transportado a la obra en camiones “mixer” de 7 m³ de capacidad en un trayecto de alrededor de 5 Km desde la planta de premezclado hasta el sitio de construcción del edificio; allí el concreto fue bombeado por medio del autobomba hasta el sitio de su colocación.



Foto (A1). Camiones mixers utilizados para transporte del concreto

Foto (A2). Autobomba

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión de los concretos con cilindros estándar, teniendo en cuenta los requisitos de la norma ASTM C31, los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días.



En el proyecto se utilizaron distintas clases de concreto, dependiendo de la función que fuera a cumplir dentro de la estructura; los requisitos requeridos para cada uno y su descripción se muestran en la siguiente tabla:

Tabla No. 3 Clases de Concreto que intervinieron en la Construcción de la primera etapa del edificio de la FCCEA⁸

CLASES DE CONCRETO				
CLASE	RESISTENCIA		ASENTAMIENTO	
	(Kg/ cm ²)	PSI	mm.	Pulg.
A	280	4000	19	¾
B	210	3000	19	¾
C	175	2500	38	1 ½
D	140	2000	38	1 ½
E	CICLOPEO			
F	POBRE	2000	38	1 ½

En general para la conformación de todos los elementos de concreto que componen la estructura se llevó a cabo un procedimiento similar:

1. Amarre y colocación de acero de refuerzo.
2. Fabricación del encofrado. Aquí se incluye su transporte interno, aplicación de antiadherentes, armado, nivelación. Se utilizó formaleta metálica para los elementos con especificación de “concreto a la vista” y formaleta en madera para los elementos sin acabado superficial especificado.
3. Colocación de pases eléctricos y sanitarios. (Esta actividad no es tenida en cuenta para el cálculo de los rendimientos de mano de obra, objetivo de este trabajo)



4. Colocación del concreto bombeado, previa limpieza de las superficies que quedan en contacto con él, además de la revisión y aprobación por parte de la Interventoría.
5. Densificación del concreto. Esta actividad es realizada por medio de vibración (7000 rpm.) con el fin de eliminar espacios vacíos (Hormigueros) dentro de la masa de concreto causados por la presencia de agregado grueso, acero de refuerzo y segregación originada en el proceso de vaciado.
6. Aplicación de “antisol”, con el fin de evitar la pérdida excesiva de agua del concreto recién colocado, por la acción del sol y el viento, haciendo que el proceso de curado se produzca de una manera adecuada. La aplicación del antisol se complementa inmediatamente después del desencofrado sobre la superficie del concreto que estuvo cubierta por la formaleta.
7. Desencofrado. Este es un trabajo que se realiza en forma cuidadosa para no dañar la superficie del concreto cuando éste ha adquirido alrededor del 70% de su resistencia de diseño (o cuando el concreto es capaz de sostener su propio peso). Inmediatamente se realiza el desencofrado se efectúa la reparación de imperfecciones que puedan haber quedado la superficie del concreto, especialmente cuando el concreto queda a la vista, como es el caso de la mayoría de elementos estructurales del edificio de la FCCEA.
8. Curado. Se realiza con la aplicación de productos (Aditivos) especiales de membrana sobre las superficies expuestas

⁸ Especificaciones Técnicas 1ª Etapa Facultad De Ciencias Contables Económicas Y Administrativas



ACTIVIDADES EN LA ESTRUCTURA DE CONCRETO

Concreto de Cimientos (Zapatas, Vigas de cimentación, etc)

Apariencia: Concreto Impermeabilizado sin acabado específico

Resistencia: 21 Mpa.

Unidad de Medida:

Zapatas y Vigas de Cimentación, m³ (Para cada sección específica).

Concreto de Columnas

Apariencia: Concreto a la vista

Resistencia: 21 Mpa

Unidad de Medida: ML (Para cada sección específica)

Concreto de Placas Aligeradas

Apariencia: Concreto sin acabado específico. Las bóvedas de aligeramiento se construirán con tela de polietileno con marcos a distancia no superior a 35 cms.

Resistencia: 21 Mpa

Unidad de Medida: m² (incluyendo todas las vigas de carga y amarre de pórticos)

Concreto de escaleras

Apariencia: Concreto sin acabado específico

Resistencia: 21 Mpa

Unidad de Medida: M3 (incluyendo todas las vigas de carga y amarre de pórticos)

Concreto de vigas cubierta y vigas canal

Apariencia: Concreto a la vista

Resistencia: 21 Mpa

Unidad de Medida: ML (Para cada sección específica)⁹



5.2. COLOCACIÓN Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO

Al igual que el concreto, el acero también fue suministrado por la Universidad del Cauca, de este modo, todos los aceros estructurales necesarios para la construcción del Edificio de la FCCEA llegaron a la obra cortados y figurados, de acuerdo con las características y especificaciones del proyecto.

La colocación del acero de refuerzo se hace de acuerdo a los planos. Esta actividad comprende el transporte horizontal y vertical dentro de la obra, amarre y colocación de las armaduras de refuerzo para cada uno de los elementos de concreto reforzado descritos en el numeral anterior.

La unidad de medida fue el peso en Kilogramos de cada elemento de acero amarrado y colocado; calculado de acuerdo al peso por unidad de longitud dado por el fabricante para cada uno de los diámetros así:

Tabla No. 4 Peso por unidad de longitud de las varillas de acero, según su diámetro

Diámetro	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
Peso (Kg / ML)	0.56	1.00	1.55	2.24	3.04	4.00

⁹ Especificaciones Técnicas 1ª Etapa Facultad De Ciencias Contables Económicas Y Administrativas



6. METODOLOGÍA

6.1 RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA

Los datos necesarios para el cálculo de rendimientos y costos reales fueron consignados en forma diaria a partir de observaciones hechas en la obra, varias veces por día, en el formato que se muestra a continuación en la Tabla No. 5, el cual fue tomado del libro de Juan Guillermo Consuegra (Ver Tabla No. 1) y adaptado a los requerimientos particulares del presente estudio de rendimientos.

La totalidad de los datos recogidos en el trabajo de campo realizado se encuentran en el anexo No. 3. Allí puede observarse todo el seguimiento hecho al desarrollo de la construcción de la primera etapa del Bloque Administrativo de Edificio de la FCCEA.

En el formato mostrado (Tabla No. 5) se registraron las actividades, el número de trabajadores que intervinieron en cada una de ellas y su especialización, luego en las casillas correspondientes a cada actividad se anotó a la izquierda el tiempo neto empleado por cada oficial (OF), y a la derecha el tiempo neto empleado por cada ayudante (AY). Al final de cada día se sumaron los tiempos, se consignó el número total de personas en cada actividad y se midieron las cantidades de obra ejecutadas durante la jornada. En la casilla de observaciones se incluyeron aspectos particulares que se presentaron durante la jornada para tener una idea más clara del desarrollo y del avance de cada actividad.

Algunos obreros registran horas de trabajo en más de una actividad, debido a la constante rotación que se hace en los puestos de trabajo en una obra de construcción



.Como puede observarse, dentro del formato de toma de datos diaria (Anexo No. 3), no se contabilizó el tiempo de los maestros de obra que estuvieron dentro del desarrollo de las actividades, pues dichas personas no se desempeñan en una actividad específica, sino que sus funciones abarcan de manera global todo el conjunto de actividades que se llevan a cabo en cada jornada. Entonces, para efectos de cálculo, las horas de trabajo invertidas por los maestros de obra en cada actividad se estimaron a partir de las siguientes situaciones, evidenciadas durante el desarrollo de la obra:

- Hubo dos maestros de obra en la construcción de la primera etapa del bloque administrativo del edificio de la FCCEA.
- El número promedio de trabajadores que se mantuvo en dicha construcción fue de 22, entre oficiales y ayudantes.
- Los maestros laboraron la misma jornada diaria junto con los demás trabajadores

Según lo anterior, las horas laboradas por los dos maestros se pueden calcular como un porcentaje de la suma de horas trabajadas por oficiales y ayudantes en cada actividad.

Para tal efecto se calcularon las horas totales invertidas por los maestros durante todo el tiempo en el cual se realizó la toma de datos, dicho tiempo está comprendido desde el 10 de Agosto de 2005 hasta el 26 de diciembre del mismo año. Este periodo contiene 118 días laborales, establecidos de lunes a sábado. Si cada maestro laboró un promedio de 9 horas diarias se tiene un total de horas de $(118 \text{ días} * 9 \text{ horas} * 2 \text{ maestros})$ 2124 horas, las cuales fueron distribuidas en cada actividad ejecutada de acuerdo con el porcentaje de tiempo que ésta requirió con respecto al tiempo acumulado por oficiales y ayudantes en todo el periodo en que se realizó la toma de datos.



Tabla No. 6 Horas de trabajos estimados de maestros de obra, para cada actividad

ACTIVIDAD	TIEMPO EMPLEADO (HORAS)	% DE TIEMPO EMPLEADO	HORAS ESTIAMDAS DE MAESTRO
ZAPATAS			
ZAPATAS TIPO Z1	57	0,19%	4
ZAPATAS TIPO Z2	77	0,26%	6
ZAPATAS TIPO Z3	23	0,08%	2
TOTAL	157	0,53%	11
VIGAS DE CIMENTACION			
VIG. CIMENTACION VC1	796	2,70%	57
VIG. CIMENTACION VC2	210	0,71%	15
TOTAL	1006	3,41%	73
COLUMNAS			
1° A 2° PISO			
COLUMNAS TIPO C1	767	2,60%	55
COLUMNAS TIPO C2	339	1,15%	24
TOTAL	1106	3,75%	80
2° A 3° PISO			
COLUMNAS TIPO C1	768	2,61%	55
COLUMNAS TIPO C2	379	1,29%	27
TOTAL	1147	3,89%	83
3° A 4° PISO			
COLUMNAS TIPO C1	806	2,74%	58
COLUMNAS TIPO C2	414	1,40%	30
TOTAL	1220	4,14%	88
4° A CUBIERTA			
COLUMNAS TIPO C1	703	2,39%	51
COLUMNAS TIPO C2	37	0,13%	3
TOTAL	740	2,51%	53
LOSA DE ENTREPISO			
2° PISO	1329	4,51%	96
3° PISO	1401	4,75%	101
4° PISO	1421	4,82%	102
TOTAL	4151	14,09%	299
ESCALERAS			
1° A 2° PISO	237	0,80%	17
2° A 3° PISO	219	0,74%	16
3° A 4° PISO	203	0,69%	15
TOTAL	659	2,24%	47
PEDESTALES	117	0,40%	8



VIGAS DE CUBIERTA			
TIPO VC1	91	0,31%	7
TIPO VC2	311	1,06%	22
VC3 VIGA CANAL	268	0,91%	19
TOTAL	670	2,27%	48
TOTAL ACUMULADO	29468		2124

Las horas estimadas en la tabla No. 6, no se tendrán en cuenta para efecto de cálculo de rendimientos de mano de obra.

Para el cálculo de los rendimientos se hizo una toma de datos diaria, abarcando el 100% de cada actividad estudiada. Es decir que el análisis estadístico mostrado a continuación hace referencia a la totalidad de la población en estudio.

El cálculo de las cantidades de obra ejecutadas en cada jornada puede hacerse sobre los planos o directamente en la obra. En este caso la medición se realizó directamente en la obra, con una posterior comparación con los datos obtenidos de los planos.

Las actividades estudiadas hacen parte del capítulo de *Estructura*; cada actividad está dividida en subactividades de acuerdo a como se desarrollaron en la obra. Para cada una de estas subactividades se hizo el seguimiento en busca de encontrar los rendimientos y costos reales directos. Dicho seguimiento se hizo teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

6.1.1. CONCRETO PARA CIMIENTOS:

6.1.1.1. ZAPATAS: Se contabilizó el tiempo ($H*H$) empleado para el acondicionamiento (limpieza) de la superficie que queda en contacto con el concreto como solados y paredes de la excavación y el tiempo gastado en la colocación, vibración, nivelación y curado del concreto. Para esta actividad no se utilizó formaleta, pues la misma excavación (hecha a mano) proporcionó las dimensiones requeridas para dichos elementos.



6.1.1.2. VIGAS DE CIMENTACIÓN: Se contabilizó el tiempo (H*H) empleado para la fabricación del encofrado; el acondicionamiento (limpieza) de la superficie que queda en contacto con el concreto como solados y formaletas, y la colocación, vibración, nivelación y curado del concreto. Es de anotar que la formaleta que se utilizó fue en un 30% metálica (de la misma formaleta utilizada en columnas), y en un 70% de madera (de los tableros utilizados de soporte para la fundición de las losas de entrepiso).



Foto (A3). Vaciado de concreto para zapatas



Foto (A4). Formaleta para vigas de cimentación

6.1.2. CONCRETO PARA COLUMNAS:

Se contabilizó el tiempo (H*H) empleado para la fabricación, colocación y nivelación del encofrado; el acondicionamiento (limpieza) de la superficie que queda en contacto con el concreto, la colocación, vibración, nivelación y curado del mismo y los trabajos adicionales de rectificación de las superficies de las columnas por presencia de pequeños hormigueros que quedaron durante la fundición.

Es de aclarar que la totalidad de la formaleta utilizada para construir las columnas del edificio de la FCCEA fue metálica, como se muestra en la foto No. 10 de anexo No. 4.



La utilización de este tipo de formaleta proporciona al concreto una buena apariencia; ideal para cuando éste queda a la vista, tal como es el caso del edificio de la FCCEA.



Foto (A5). formaleta metálica para columnas



Foto (A6). Vaciado de columnas

Se tuvo en cuenta como otra actividad aparte, la de “concreto para pedestales” y para esto se contabilizó el tiempo (H*H) necesario para la elaboración, colocación y nivelación de los encofrados así como el de vaciado, consolidación y curado del concreto para dichos elementos.



Foto (A7). Formaleta para pedestales



Foto (A8). Pedestal terminado



6.1.3. CONCRETO PARA PLACAS ALIGERADAS DE ENTREPISO:

Se contabilizó el tiempo (H*H) empleado para la fabricación, colocación y nivelación del encofrado; la localización y colocación de los casetones; el acondicionamiento (limpieza) de la superficie que queda en contacto con el concreto y la colocación, vibración, nivelación y curado del mismo.

El encofrado a que se hace referencia aquí comprende todo el sistema de obra falsa que se construye previamente a la fundición de una losa de entrepiso, la cual consta básicamente de un **tablero**, compuesto de tacos metálicos de altura ajustable con su respectivo sistema de arrostramiento, elementos en celosía (cerchas), ubicados en la parte superior de los tacos metálicos, tableros prefabricados en madera colocados sobre las cerchas; y un sistema de **encofrado perimetral**, compuesto de elementos metálicos de los utilizados en el encofrado para columnas, que como ya se mencionó da una buena apariencia al concreto que ha de quedar a la vista.



Foto (A9). Sistema de apoyo para fundición de placa de entrepiso



Foto (A10). Fundición de placa de entrepiso



6.1.4. CONCRETO PARA ESCALERAS:

Se contabilizó el tiempo (H*H) empleado para la fabricación, colocación y nivelación del encofrado; el acondicionamiento (limpieza) de la superficie que queda en contacto con el concreto y la colocación, vibración, nivelación y curado del mismo.

El encofrado consta básicamente de un sistema de apoyo (tablero) de altura variable compuesto de tacos metálicos de altura ajustable con su respectivo sistema de arrostramiento, elementos en celosía (cerchas), ubicados en la parte superior de los tacos metálicos, tableros prefabricados en madera que proporcionan la citada superficie de apoyo; tablones ubicados en forma transversal que dan forma a cada grada y un sistema de **encofrado perimetral**, compuesto de elementos metálicos de los utilizados en el encofrado para columnas, que se ubican en las zonas externas de las escaleras, que quedarán con el concreto a la vista.



Foto (A11). Sistema de apoyo para fabricación de escaleras



Foto (A12). Formaletería de escaleras



6.1.5. CONCRETO PARA VIGAS DE CUBIERTA Y VIGA CANAL:

Se contabilizó el tiempo (H*H) empleado para la fabricación, colocación y nivelación del encofrado; el acondicionamiento (limpieza) de la superficie que queda en contacto con el concreto y la colocación, vibración, nivelación y curado del mismo. La nivelación de este concreto se hace con especial cuidado para las vigas de cubierta, ya que éstas deben quedar con una pendiente apropiada para la evacuación de aguas lluvias.

El encofrado para las vigas de cubierta tipo VC1 y VC2 consta básicamente de un sistema de apoyo (tablero) y de un encofrado perimetral similar al utilizado para las losas de entrepiso, el encofrado está dispuesto longitudinalmente sobre la localización de las vigas de cubierta y tiene un ancho suficiente para el tránsito del personal que realiza las labores correspondientes a esta actividad.

El encofrado para las vigas de cubierta tipo VC3 o Viga Canal se hizo de la misma forma que para las vigas tipo VC1 y VC2, solo varía en que como se trata de una viga canal, es necesario fabricar una formaleta que de la forma de un canal (rectangular) a la viga al momento de ser fundida. Dicha formaleta se fabricó en madera para un sector de la viga, luego se removió y se reutilizó en la parte restante.



Foto (A13). Formaletería de viga canal



Foto (A14). Vaciado de concreto vigas de cubierta



Es de aclarar que en esta actividad no se tuvieron en cuenta los tiempos que corresponden a los trabajos de impermeabilización de las vigas de cubierta, esta actividad se realizó en la segunda etapa del proyecto.

6.1.6. FABRICACIÓN DE CASETONES:

Para la determinación de los rendimientos se contabilizó los tiempos (H*H) empleados para la fabricación de los casetones necesarios para todo el proyecto. Se tuvo en cuenta todo el proceso de corte de madera, esterilla y tela, así como el armado y forrado de los casetones.

La madera utilizada para hacer los marcos de la estructura del casetón se trajo a la obra en forma de vareta, con la sección transversal que se requería; para la fabricación se cortaron los trozos de la longitud deseada por medio de una sierra eléctrica.

La esterilla también llegó a la obra lista para ser cortada y pegada a los marcos para así conformar cada uno de los casetones.

Inicialmente los casetones fueron forrados con “casetex” en un 50%, las unidades restantes fueron forradas con plástico. También se colocaron unos pocos casetones (en el tercer piso) sin forrar, reemplazando la esterilla por tablas de madera, ya que en la fecha no se contó con esterilla para la fabricación de los mismos.



Foto (A15). Casetones forrados en plástico y Foto (A16). Casetones en madera sin forrar casetex

6.1.7. COLOCACIÓN Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO

Se contabilizó el tiempo (H*H) empleado para el transporte dentro de la obra, amarre y colocación de acuerdo con lo especificado en los planos estructurales, para cada uno de los elementos de concreto reforzado de la estructura.

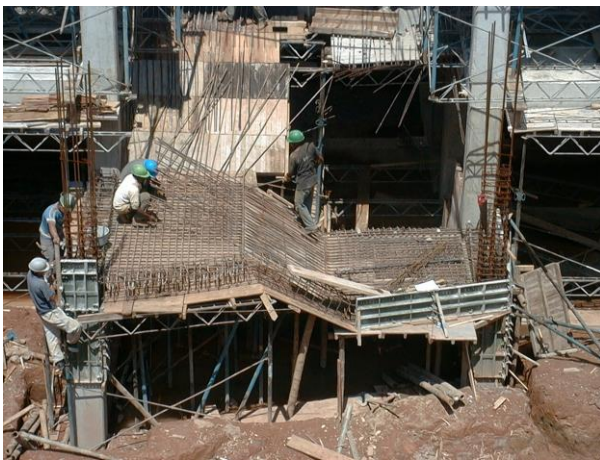


Foto (A17). Amarre de acero para escaleras



Foto (A18). Amarre de acero de vigas de cimentación.



6.2. COSTOS DIRECTOS DE LA MANO DE OBRA

Para el cálculo de los Costos Directos Reales de Mano de Obra se hizo un conteo de tiempo en Horas – Hombre ($H*H$) empleado en el desarrollo de cada actividad en forma separada para oficiales (OF) y ayudantes (AY). Con base en las horas de trabajo acumuladas para cada categoría se hizo el cálculo del Costo Directo así:

- Para oficiales: se toma un salario mensual como base de uno y medio (1.5) salarios mínimos mensuales legales vigentes (\$612000), el cual se afecta por un factor de 1.6744, obtenido de la Tabla No. 7, para obtener el valor real del salario; esto da como resultado **\$1.024.733** mensuales; este valor para efecto de cálculo se divide por el número de horas que tiene un mes y luego se multiplica por el número de horas acumuladas de oficial correspondientes a cada actividad.
- Para ayudantes: se hace un procedimiento similar que el descrito para los oficiales, pero partiendo de un salario mensual como base, igual a un (1) salario mínimo mensual legal vigente (\$408000) el cual se afecta, de igual forma, por un factor de 1.7286, obtenido de la Tabla No. 7, para obtener el valor real del salario mensual. Esto da como resultado: **\$705.269** mensual.
- Para maestros de obra: con base en las horas de trabajo estimadas en la tabla No. 6 correspondientes a cada actividad y tomando un salario mensual de 3 salarios mínimos mensuales legales vigentes (\$ 1.224.000), que de igual forma se afectan por la carga prestacional, para obtener un valor real de \$1.916.849; se calcula el costo por hora de trabajo y se multiplica por el número de horas laboradas.

En la Tabla No. 7 se muestra en forma detallada cómo se incrementa el valor neto del salario debido a los aportes y demás conceptos que son de obligatorio cumplimiento en nuestro país.

Tabla No. 7 Cálculo del Costo Real de Salario

COSTO REAL DEL SALARIO AÑO 2006								
			UN MÍNIMO		1.5 MÍNIMOS		3 MÍNIMOS	
			REF.	VALOR	REF.	VALOR		
SALARIO								
MENSUAL			A	408.000,00	A	612.000,00	A	1.224.000,00
SUBSIDIO DE TRANSPORTE			B	47.700,00	B	47.700,00	B	0,00
TOTAL MENSUAL			C	455.700,00	C	659.700,00	C	1.224.000,00
ANUAL (A/30*365)			D	4.964.000,00	D	7.446.000,00	D	14.892.000,00
ANUAL CON SUBS. TRANSP.			E	5.512.550,00	E	7.994.550,00	E	14.892.000,00
ITEM	BASE	FACTOR	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%
SALARIO								
SALARIO MENSUAL	365 días	100,00	4.964.000,00	100,00	7.446.000,00	100,00	14.892.000,00	100,00
SUBSIDIO DE TRANSPORTE		11,69	548.550,00	11,05	548.550,00	7,37	0,00	0,00
PRESTACIONES								
CESANTIA ANUAL	E	36/365	543.703,56	10,95	788.503,56	10,59	1.468.800,00	9,86
INTERESES CESANTIA	CESANTIA	12,00	65.244,43	1,31	94.620,43	1,27	176.256,00	1,18
VACACIONES -15 días-	A	50,00	204.000,00	4,11	306.000,00	4,11	612.000,00	4,11
PRIMA	C	100,00	455.700,00	9,18	659.700,00	8,86	1.224.000,00	8,22
SEGURIDAD SOCIAL								
PENSIONES	D	10,13	502.853,20	10,13	754.279,80	10,13	1.508.559,60	10,13
MEDICINA FAMILIAR	D	8,00	397.120,00	8,00	595.680,00	8,00	1.191.360,00	8,00
RIESGOS PROFESIONALES	D	5,60	277.984,00	5,60	416.976,00	5,60	833.952,00	5,60
OTROS COSTOS								
DOTACIÓN	50000	3,00	150.000,00	3,02	150.000,00	2,01	0,00	0,00
SEGURO COLECTIVO	D	0,50	24.820,00	0,50	37.230,00	0,50	74.460,00	0,50
APORTES SENA								
APORTE ORDINARIO	D	2,00	99.280,00	2,00	148.920,00	2,00	297.840,00	2,00
OTROS APORTES								
I.C.B.F.	D	3,00	148.920,00	3,00	223.380,00	3,00	446.760,00	3,00
SUBSIDIO FAMILIAR	D	4,00	198.560,00	4,00	297.840,00	4,00	595.680,00	4,00
COSTO REAL DEL SALARIO			705.266	172,86	1.024.741	167,44	1.916.849	156,61

7. RESULTADOS

Los resultados de la toma y sistematización de datos se presentan a continuación. El proceso de cálculo de costos y rendimientos fue realizado para cada actividad de la siguiente forma:

Cálculo tipo: ejemplo para la actividad de concreto para zapatas tipo Z1.

Cantidad de obra ejecutada = 19.8 m³

Tiempo empleado de oficial = 21 horas

Tiempo empleado de ayudante = 36 horas

Tiempo estimado de maestro de obra = 4 horas

Para oficial:

$$\text{Rendimiento Manod\O obra} = \frac{21}{19.8} \Rightarrow 1.06 H * H / m^3$$

Para ayudante:

$$\text{Rendimiento Manod\O obra} = \frac{36}{19.8} \Rightarrow 1.82 H * H / m^3$$

Total:

$$\text{Rendimiento Manod\O obra} = \frac{21+36}{19.8} \Rightarrow 2.88 H * H / m^3$$

COSTO POR HORA DE TRABAJO

Días hábiles del año = 296 días

Jornada de trabajo = 8 horas

Para oficial:

Salario mensual = \$ 1.024.733

$$\text{Costo hora de oficial} = \frac{12 * 1.024.733}{296 * 8} = \$5.193 / hora$$



Para ayudante:

Salario mensual = \$705.269

$$\text{Costo hora de ayudante} = \frac{12 * 705.269}{296 * 8} = \$3.574 / \text{hora}$$

Para maestro de obra:

Salario mensual = \$1.916.849

$$\text{Costo hora de maestro} = \frac{12 * 1.916.849}{296 * 8} = \$9.714 / \text{hora}$$

COSTO UNITARIO DE LA MANO DE OBRA

$$\text{Para oficial} = \frac{21 * 5193}{19.8} = \$5.508 / m^3$$

$$\text{Para ayudante} = \frac{21 * 3.574}{19.8} = \$6.498 / m^3$$

$$\text{Costo unitario total} = 5.508 + 6.498 + \frac{4 * 9714}{19.8} = \$13.968 / m^3$$

Tabla No. 8 Resultados de Rendimientos y Costos Reales Directos

ACTIVIDAD	CONCRETO PARA CIMENTOS											
	UND	CUADRILLA		CANTIDAD EJECUTADA	TIEMPO EMPLEADO		RENDIMIENTO (H*H/M3-ML)			COSTO UNITARIO DIRECTO MANO DE OBRA		
		OF	AY		OF	AY	TOTAL	OF	AY	TOTAL		
SUBACTIVIDAD												
ZAPATAS TIPO Z1	M3	3	5	19,80	21	36	1,06	1,82	2,88	5.508	6.498	13.968
ZAPATAS TIPO Z2	M3	3	5	32,90	26	51	0,79	1,55	2,34	4.104	5.540	11.416
ZAPATAS TIPO Z3	M3	3	5	10,20	8	15	0,78	1,47	2,25	4.073	5.256	11.234
TOTAL	M3			62,90	55	102	0,87	1,62	2,50	4.541	5.796	12.035
VIG. CIMENTACION VC1	ML	4	5	441,50	420	376	0,95	0,85	1,80	4.940	3.044	9.238
VIG. CIMENTACION VC2	ML	4	5	120,20	114	96	0,95	0,80	1,75	4.925	2.854	8.992
TOTAL	ML			561,70	534	472	0,95	0,84	1,79	4.937	3.003	9.203

ACTIVIDAD	CONCRETO PARA COLUMNAS											
	UND	CUADRILLA		CANTIDAD EJECUTADA	TIEMPO EMPLEADO		RENDIMIENTO (H*H/ML)			COSTO UNITARIO DIRECTO MANO DE OBRA		
		OF	AY		OF	AY	TOTAL	OF	AY	TOTAL		
SUBACTIVIDAD												
1° A 2° PISO												
COLUMNAS TIPO C1	ML	3	4	265	387	380	1,46	1,43	2,89	7.584	5.125	14.725
COLUMNAS TIPO C2	ML	3	4	120,5	197	142	1,63	1,18	2,81	8.490	4.212	14.636
TOTAL	ML			385,5	584	522	1,51	1,35	2,87	7.867	4.840	14.722
2° A 3° PISO												
COLUMNAS TIPO C1	ML	5	6	195,2	458	310	2,35	1,59	3,93	12.184	5.676	20.597
COLUMNAS TIPO C2	ML	5	6	102,4	224	155	2,19	1,51	3,70	11.360	5.410	19.331
TOTAL	ML			297,6	682	465	2,29	1,56	3,85	11.901	5.584	20.194
3° A 4° PISO												
COLUMNAS TIPO C1	ML	6	6	195,2	492	314	2,52	1,61	4,13	13.089	5.749	21.724
COLUMNAS TIPO C2	ML	6	6	102,4	253	161	2,47	1,57	4,04	12.830	5.619	21.296
TOTAL	ML			297,6	745	475	2,50	1,60	4,10	13.000	5.704	21.577
4° A CUBIERTA												
COLUMNAS TIPO C1	ML	5	4	175,7	415	288	2,36	1,64	4,00	12.266	5.858	20.944
COLUMNAS TIPO C2	ML	5	4	9,2	22	15	2,39	1,63	4,02	12.418	5.827	21.413
TOTAL	ML			184,9	437	303	2,36	1,64	4,00	12.273	5.857	20.915

ACTIVIDAD	CONCRETO PARA PLACAS DE ENTREPISO											
	UND	CUADRILLA		CANTIDAD EJECUTADA	TIEMPO EMPLEADO		RENDIMIENTO (H*H/M2)			COSTO UNITARIO DIRECTO MANO DE OBRA		
		OF	AY		OF	AY	TOTAL	OF	AY	TOTAL		
SUBACTIVIDAD												
2° PISO	M2	5	4	928,53	787	542	0,85	0,58	1,43	4.401	2.086	7.492
3° PISO	M2	6	4	928,53	796	605	0,86	0,65	1,51	4.452	2.329	7.837
4° PISO	M2	5	4	928,53	824	597	0,89	0,64	1,53	4.608	2.298	7.973
TOTAL	M2			2785,59	2407	1744	0,86	0,63	1,49	4.487	2.238	7.768
TOTAL Incluyendo Fabricación de caseton es	M2			2785,59	3439	4200	1,23	1,51	2,74	6.411	5.389	13.721

ACTIVIDAD	CONCRETO PARA ESCALERAS											
	UND	CUADRILLA		CANTIDAD EJECUTADA	TIEMPO EMPLEADO		RENDIMIENTO (H*H/M3)			COSTO UNITARIO DIRECTO MANO DE OBRA		
		OF	AY		OF	AY	TOTAL	OF	AY	TOTAL		
SUBACTIVIDAD												
1° A 2° PISO	M3	2	2	12,5	125	112	10,00	8,96	18,96	51.930	32.023	97.164
2° A 3° PISO	M3	2	2	12	105	114	8,75	9,50	18,25	45.439	33.953	92.344
3° A 4° PISO	M3	2	2	12	98	105	8,17	8,75	16,92	42.410	31.273	85.825
TOTAL	M3			36,5	328	331	8,99	9,07	18,05	46.666	32.411	91.585

ACTIVIDAD	CONCRETO PARA PEDESTALES											
	UND	CUADRILLA		CANTIDAD EJECUTADA	TIEMPO EMPLEADO		RENDIMIENTO (H*H/M3)			COSTO UNITARIO DIRECTO MANO DE OBRA		
		OF	AY		OF	AY	TOTAL	OF	AY	TOTAL		
SUBACTIVIDAD												
PEDESTALES	M3	2	3	5,83	72	45	12,35	7,72	20,07	64.133	27.587	105.049

ACTIVIDAD	CONCRETO PARA VIGAS DE CUBIERTA											
	UND	CUADRILLA		CANTIDAD EJECUTADA	TIEMPO EMPLEADO		RENDIMIENTO (H*H/ML)			COSTO UNITARIO DIRECTO MANO DE OBRA		
		OF	AY		OF	AY	TOTAL	OF	AY	TOTAL		
SUBACTIVIDAD												
TIPO VC1	ML	3	3	45,36	49	42	1,08	0,93	2,01	5.610	3.309	10.418
TIPO VC2	ML	3	3	156,27	168	143	1,08	0,92	1,99	5.583	3.271	10.221
VC3 VIGA CANAL	ML	4	3	75,6	144	124	1,90	1,64	3,54	9.891	5.862	18.195
TOTAL	ML			277,23	361	309	1,30	1,11	2,42	6.762	3.984	12.428

ACTIVIDAD	AMARRE DE ACERO DE REFUERZO											
	UND	CUADRILLA		CANTIDAD EJECUTADA	TIEMPO EMPLEADO		RENDIMIENTO (Kg/H*H)			COSTO UNITARIO DIRECTO MANO DE OBRA		
		OF	AY		OF	AY	TOTAL	OF	AY	TOTAL		
SUBACTIVIDAD												
ACERO VIG. CIMENT	KG	1	2	10936	84	201	130,19	54,41	38,37	40	66	106
ACERO COLUMNAS (arranque) 1°	KG	1	3	14989	94	249	159,46	60,20	43,70	33	59	92
ACERO COLUMNAS 2° TRASLAPO	KG	1	3	13012	27	247	481,93	52,68	47,49	11	68	79
ACERO COLUMNAS 3° TRASLAPO	KG	1	4	14150	38	225	372,37	62,89	53,80	14	57	71
ACERO COLUMNAS 4° TRASLAPO	KG	1	4	14206	45	237	315,69	59,94	50,38	16	60	76
ACERO PLACA 2° PISO	KG	1	4	14958	62	296	241,26	50,53	41,78	22	71	92
ACERO PLACA 3° PISO	KG	1	5	15575	46	255	338,59	61,08	51,74	15	59	74
ACERO PLACA 4° PISO	KG	1	4	14653	66	275	222,02	53,28	42,97	23	67	90
ACERO PLACA DE CUBIERTA	KG	1	2	1292	9	18	143,56	71,78	47,85	36	50	86
ACERO VIGAS DE CUBIERTA	KG	1	2	3275	14	99	233,93	33,08	28,98	22	108	130
ACERO ESCALERAS 1° - 2° PISO	KG	1	2	1381	12	42	115,08	32,88	25,57	45	109	154
ACERO ESCALERAS 2° - 3° PISO	KG	1	2	1325	13	37	101,92	35,81	26,50	51	100	151
ACERO ESCALERAS 3° - 4° PISO	KG	1	2	1319	16	31	82,44	42,55	28,06	63	84	147

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN DE CASETONES											
	UND	CUADRILLA		CANTIDAD EJECUTADA	TIEMPO EMPLEADO		RENDIMIENTO (H*H/Und)			COSTO UNITARIO DIRECTO MANO DE OBRA		
		OF	AY		OF	AY	TOTAL	OF	AY	TOTAL		
FABRICACION DE CASETONES	UND	1	5	2168	1032	2456	0,48	1,13	1,61	2.472	4.049	6.521

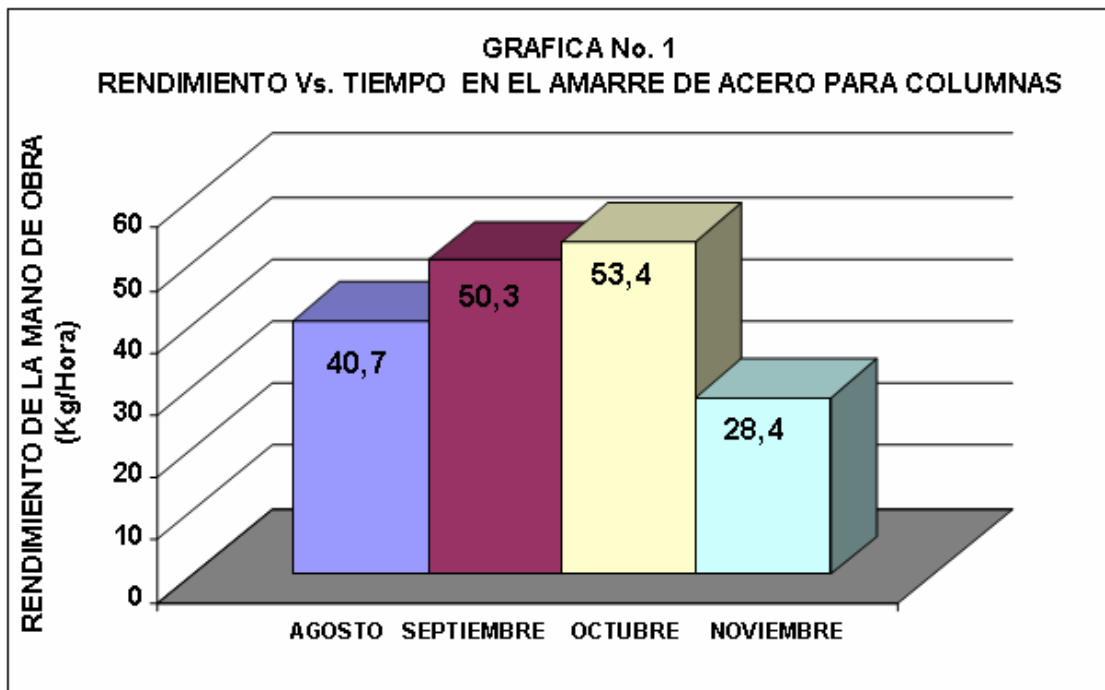
Tabla No. 9 Rendimientos de mano de obra mes por mes

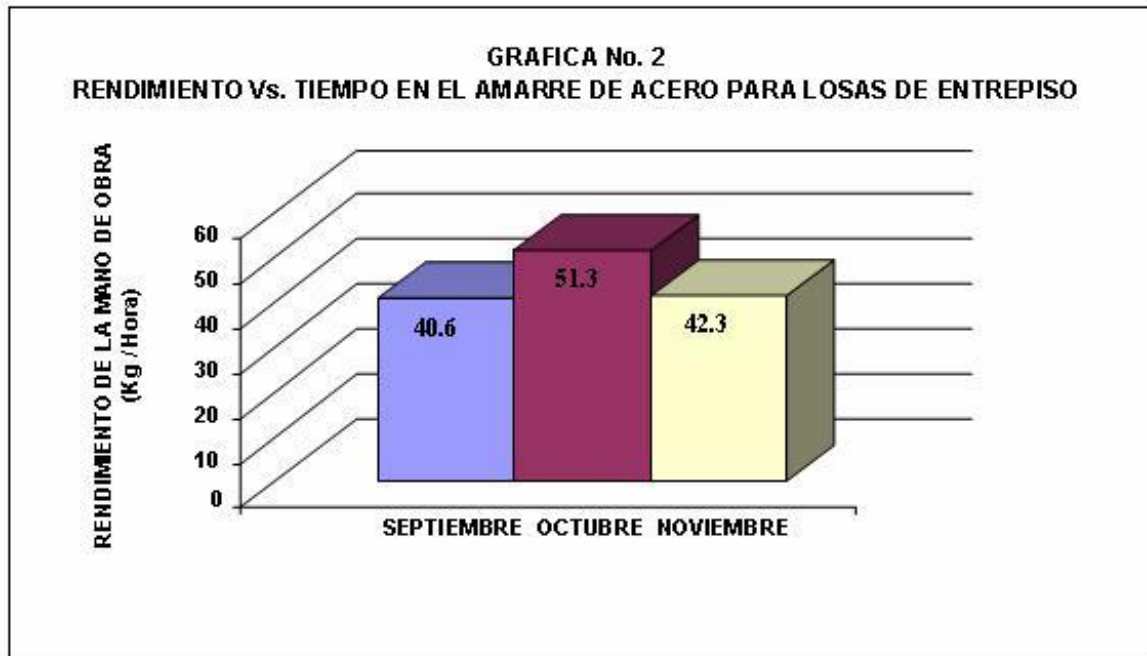
ACTIVIDAD	Und.	MESES											
		AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE		
		Tiempo H*H	Cantidad de obra	Rendimiento (Und/H*H)	Tiempo H*H	Cantidad de obra	Rendimiento (Und/H*H)	Tiempo H*H	Cantidad de obra	Rendimiento (Und/H*H)	Tiempo H*H	Cantidad de obra	Rendimiento (Und/H*H)
Concreto para columnas C1 y C2	ML				1263	443,06	0,35	1309	403,2	0,31	1027	280,9	0,27
Concreto para placas aligeradas de entepiso	M2				1324	928,53	0,70	1401	928,53	0,66	1421	928,53	0,65
Amarre de acero para columnas	Kg.	262	10674	40,74	389	19567	50,30	381	20356	53,43	123	3488	28,36
Amarre de acero para placas aligeradas de entepiso	Kg.				345	14016	40,63	313	16043	51,26	301	12433	42,31

8. OBSERVACIONES

1. Tal como se observa en la Tabla No. 9, los rendimientos son variables en el tiempo de construcción, a pesar de que las actividades sean realizadas por las mismas personas y en el mismo ambiente.

Generalmente los rendimientos son menores al inicio de una obra de construcción y van aumentando paulatinamente con el avance de ésta y en ocasiones decrecen hacia el final de la obra tal como puede verse en las gráficas 1 y 2, correspondientes a las actividades de amarre de acero estructural figurado para columnas y placas de entrepiso del Bloque Administrativo del Edificio de la FCCEA.





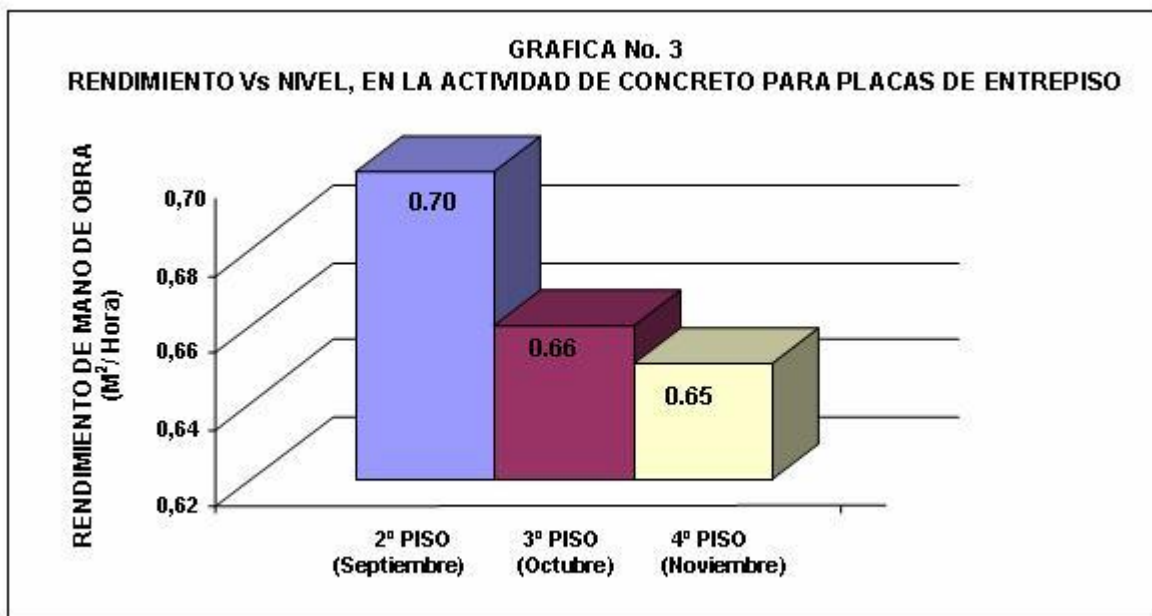
El aumento del rendimiento en el desarrollo de actividades de construcción con el paso del tiempo en una obra determinada, puede estar generado por:

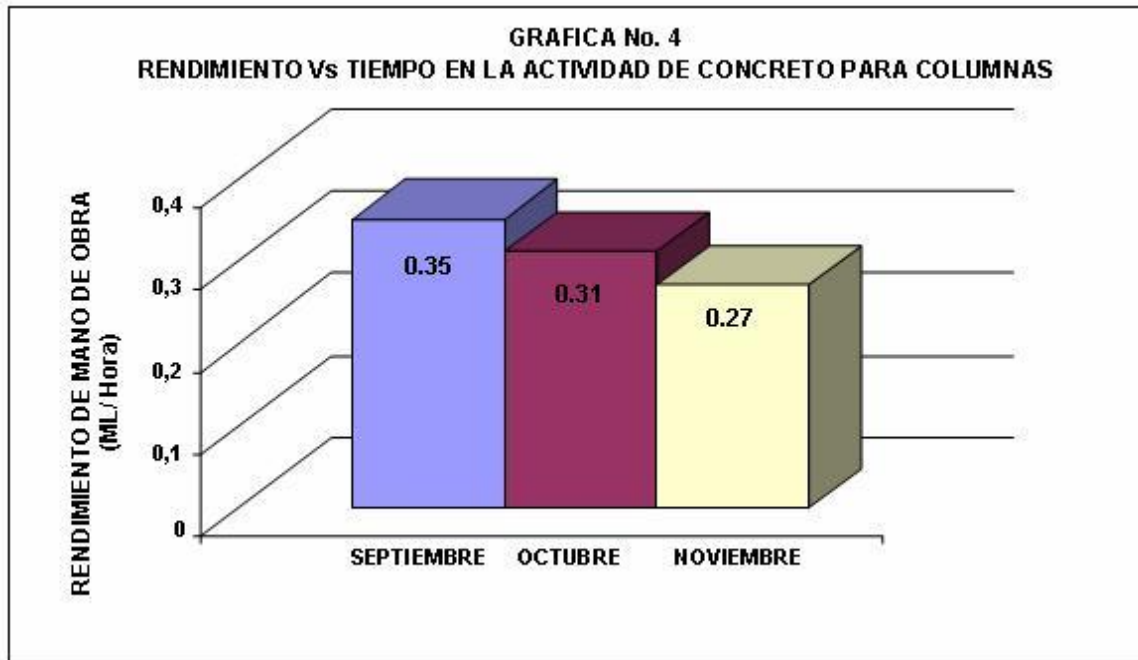
- Actividades repetitivas: cuando un obrero ejecuta cierta actividad en forma repetida, va adquiriendo destreza que hace que el trabajo sea realizado en menor tiempo.
- Variación en el tamaño de las cuadrillas: al aumentar o disminuir el número de personas que componen una cuadrilla encargada de la realización de determinada actividad, los rendimientos cambian. Al incrementar el número de personas en una cuadrilla, los rendimientos aumentan si se logra una buena coordinación en el trabajo; y disminuyen en caso contrario, por ejemplo: en una cuadrilla demasiado numerosa pueden quedar obreros desocupados, obstaculizando el trabajo de los demás.
- Coordinación entre la dirección de la obra y los trabajadores: al inicio de una obra es posible que los obreros y directores no trabajen al mismo ritmo, lo cual puede suceder, entre otras cosas, por un deficiente entendimiento, entre lo que se instruye por parte de los directores y lo que se materializa por parte de los trabajadores; pero con el paso de los días se va creando un vínculo entre los dos que genera una sincronización, dando

como resultado un aumento en la eficiencia y la eficacia del equipo de trabajo que se forma.

2. Es de anotar también que los rendimientos de mano de obra, no siempre aumentan con el paso de los días; pues cuando se trata de actividades en las que se aumenta la dificultad para realizarlas a medida que se avanza en ellas, el rendimiento se ve disminuido. Este es el caso de la construcción de un edificio, donde existe una mayor inversión de tiempo para la realización de determinada actividad, cuando ésta se debe realizar cada vez a una mayor altura, ya que los materiales y equipos deben ser levantados hasta el sitio de trabajo y, además, los obreros deben realizar su labor con mayor precaución, utilizando elementos de seguridad -indispensables para salvaguardar su integridad física-, lo cual puede afectar su desempeño.

A pesar de que el Bloque Administrativo del Edificio de la FCCEA no tiene gran altura, se observó una leve disminución de los rendimientos en los niveles superiores; tal como puede verse en las gráficas 3 y 4, correspondientes a las actividades de Concreto para Columnas y Concreto para Placas de Entrepiso.



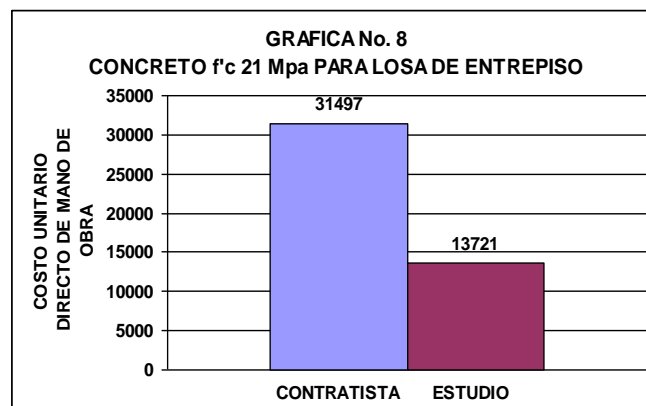
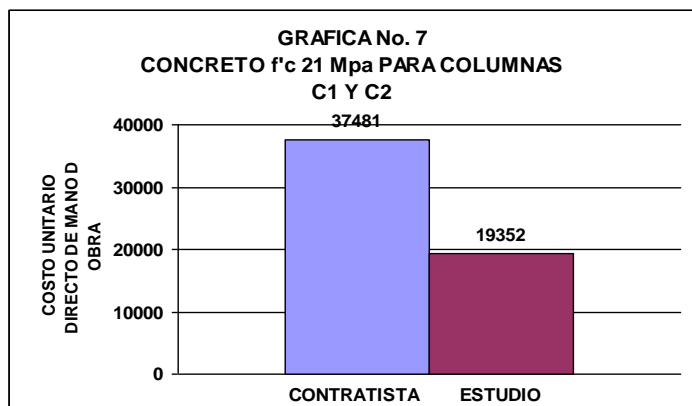
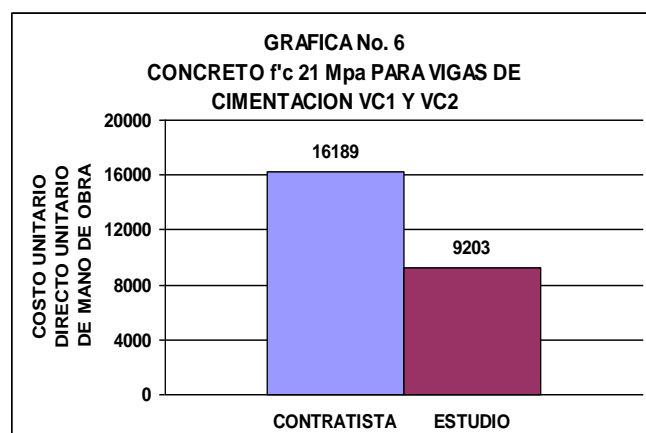
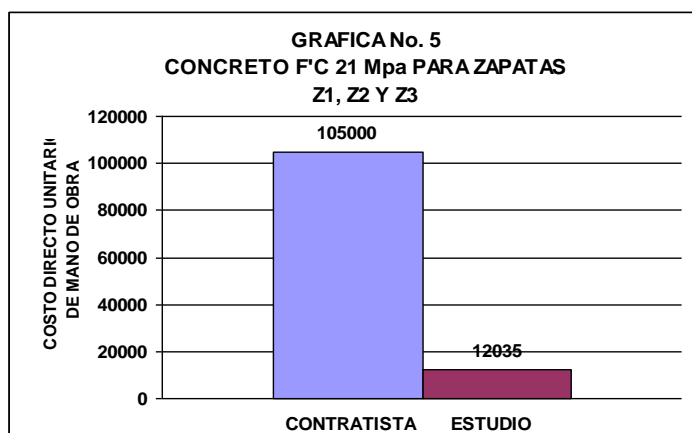


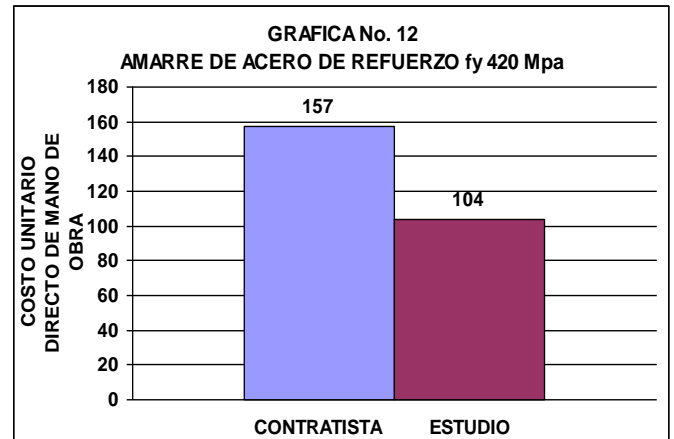
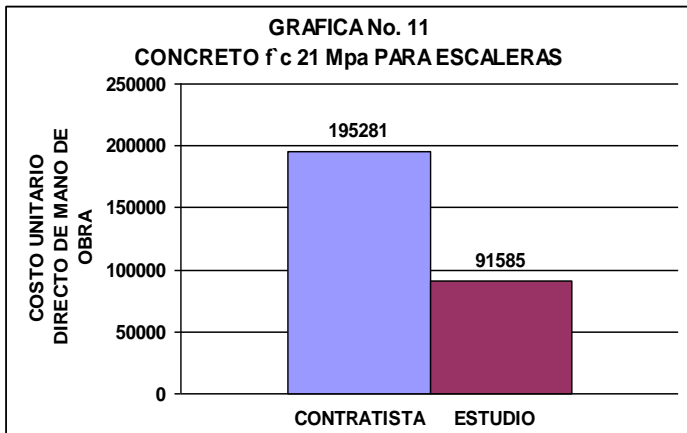
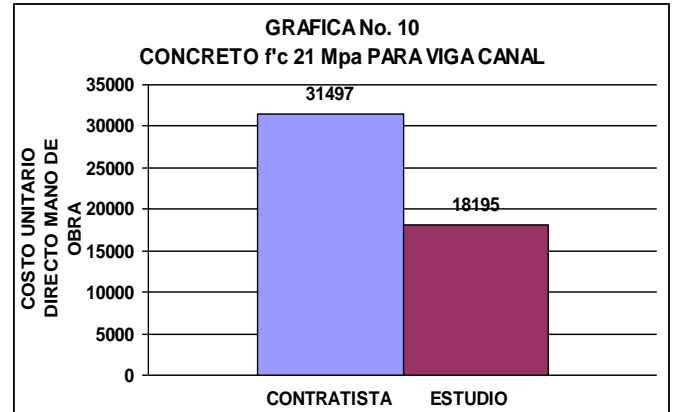
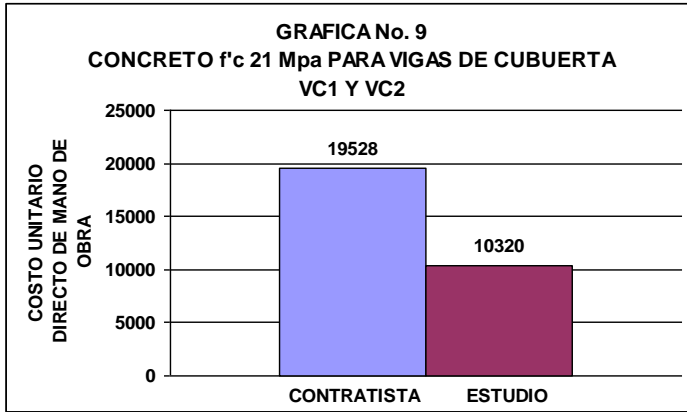
También es evidente para estas actividades, el incremento de número de personas por cuadrilla a medida que se avanza en la construcción del edificio, tal como puede verse en la Tabla No. 8.

- En la construcción de la primera etapa del Bloque Administrativo del Edificio de la FCCEA, los rendimientos se vieron poco afectados por las lluvias, pues generalmente los trabajadores permanecían ejecutando sus labores a pesar de que ésta se presentara, de lo contrario, ellos alargaban su jornada en los días siguientes para realizar el trabajo no terminado en jornadas de lluvia intensa. Este fenómeno se presentó en la construcción de la Primera Etapa del Bloque Administrativo del Edificio de la FCCEA porque a los oficiales y ayudantes les era asignada una tarea* para cada jornada de trabajo.

* La tarea se refiere a que a un determinado trabajador o cuadrilla se le condiciona el pago de su jornada a la realización de cierta cantidad de obra. Esto los obliga en cierta forma a rendir a un ritmo determinado.

4. Existe una sustancial diferencia entre los costos directos reales de mano de obra calculados en la Tabla No. 8 y los presentados en el análisis de precios unitarios por parte del contratista constructor del proyecto. A continuación se muestran las gráficas 5 a 12, que establecen comparación entre costo unitario directo de mano de obra calculado, con base en el estudio de rendimientos realizado, y el costo unitario directo de mano de obra presentado por el contratista, para las actividades correspondientes a la primera etapa del Bloque Administrativo del Edificio de la FCCEA.





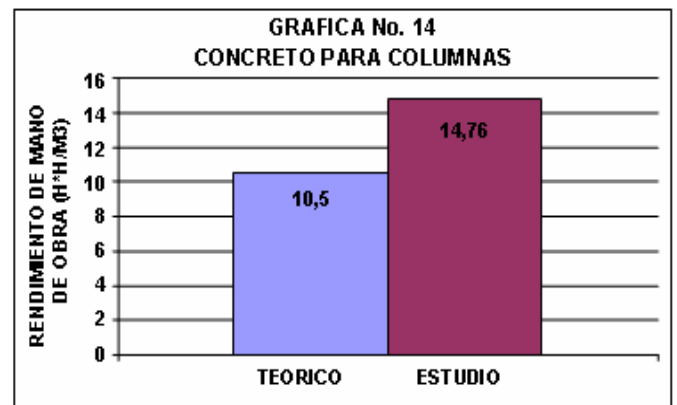
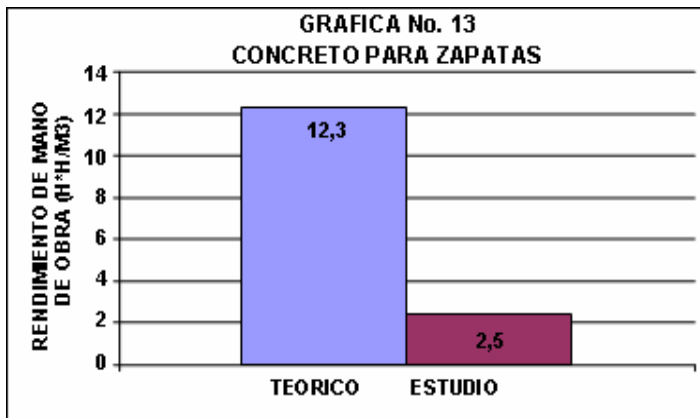
Tal como se muestra en las gráficas 5 a 12, la diferencia en el costo directo de la mano de obra es notoria. En todos los casos, el valor correspondiente al análisis de precios unitarios del contratista, es mayor al calculado con base en los datos recopilados en este estudio. Esto sucede debido a que todo contratista, al participar en una licitación, ajusta los valores de sus ítems en su análisis de precios unitarios, con el fin de lograr un valor global específico, lo cual hace parte de la estrategia para eventualmente ganar la correspondiente licitación.

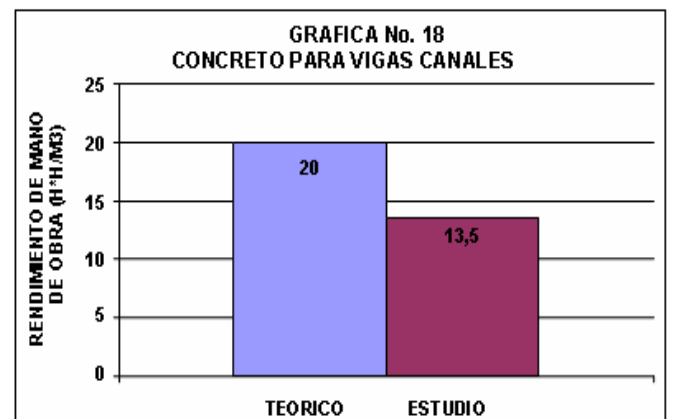
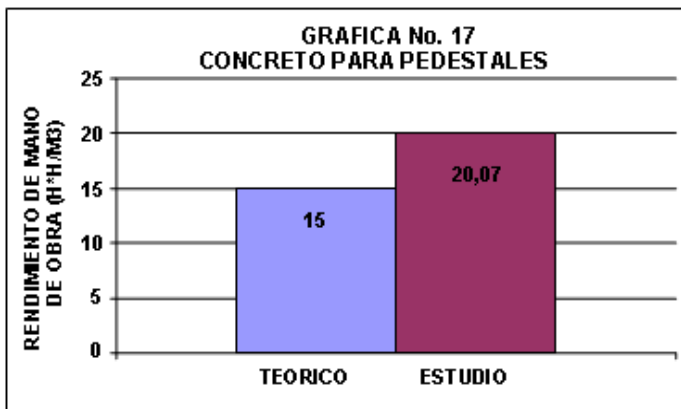
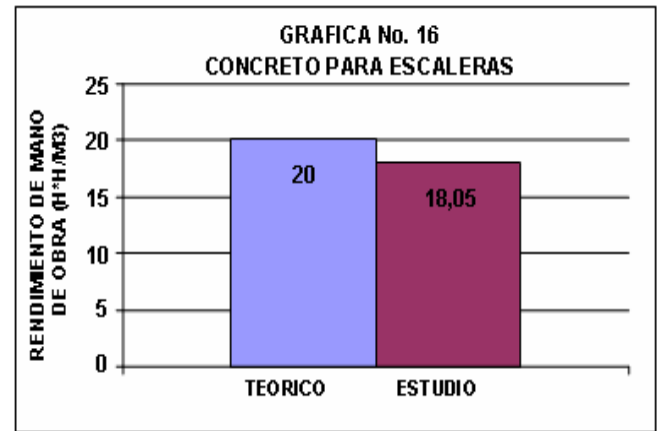
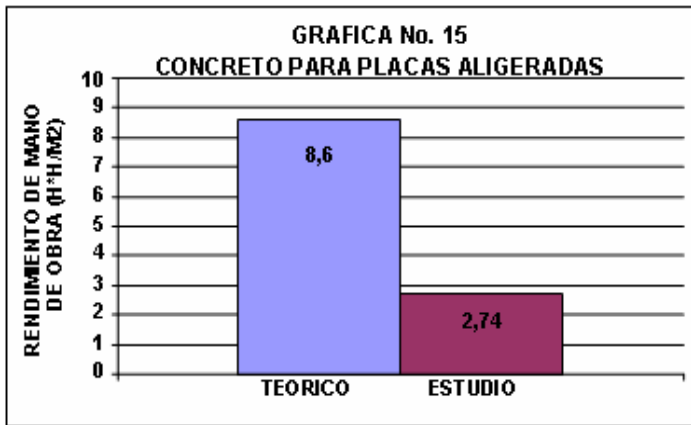
5. En la tabla No. 10 se muestran algunos rendimientos teóricos de mano de obra tomados del Manual de Construcción de Grama Editores, 3^{ra} Edición de octubre de 2005, Bogotá.

Tabla No. 10 Rendimientos Teóricos de Mano de Obra

ACTIVIDAD	Und.	OFICIAL	AYUDANTE	PROMEDIO
		HORA/Und.	HORA/Und.	H*H*/Und.
Concreto Para Zapatas	m ³	2.3	10	12.3
Concreto Para Columnas sección mayor a 0.30x0.30	m ³	3.5	7.0	10.5
Concreto Para Placa Aligerada e = 0.40M Incluye Fabricación de Casetones	m ²	2.8	5.8	8.6
Concreto Para Escaleras	m ³	4.0	16.0	20.0
Concreto Para Pedestales	m ³	3.0	12.0	15.0
Concreto Para Vigas de Canales	m ³	6.0	16.0	20.0

A continuación, en las Gráficas 13 a 18 se comparan los rendimientos de la tabla No. 10 con los rendimientos obtenidos en el estudio realizado:





En todos los casos se presenta una apreciable diferencia entre los valores obtenidos en el estudio realizado y los rendimientos del Manual de Construcción, llamados en este caso teóricos. Para algunas actividades como Concreto Para Zapatas y Concreto Para Placas Aligeradas el rendimiento teórico es mucho menor al rendimiento calculado en el estudio (ver gráfica No. 13 y No. 15); pero en otros casos ocurre exactamente lo contrario, como puede verse en las gráficas No. 14 y No. 17, correspondientes a las actividades de Concreto Para Columnas y Concreto Para Pedestales, respectivamente. Solo en la actividad de Concreto Para Escaleras (ver gráfica No. 16) el rendimiento calculado es muy similar al teórico.

Con esto se demuestra que los rendimientos de la mano de obra son algo que no se puede estimar con exactitud a la hora de hacer un presupuesto para una obra de construcción y

que además, se debe ser cuidadoso al tomar rendimientos de los manuales existentes, pues debe considerarse bajo qué condiciones fueron calculados y que aspectos pueden hacerlos variar en la obra para la cual se desean aplicar.

6. Es importante tener en cuenta algunos aspectos relevantes que enmarcan el trabajo realizado y plasmado en el presente documento:

- El estudio de rendimientos y costos directos de mano de obra aquí realizado hace referencia únicamente a la construcción de la primera etapa del bloque administrativo del edificio de la FCCEA de la Universidad del Cauca. De la misma forma, los costos directos calculados se basan en el salario mínimo mensual, legal, vigente de 2006 (\$408.000.ºº).
- Las cuadrillas reportadas en la Tabla No. 8, correspondientes a cada actividad, son el resultado de la media aritmética de los valores registrados en cada día durante la ejecución de cada actividad. Esto significa que en realidad, el número de personas que componen una cuadrilla de trabajo es variable, pues debe ser acorde a las necesidades presentes a diario en una obra.
- Los resultados presentados sólo se ajustan a la obra a que hacen referencia, a sus características y a los aspectos particulares que intervinieron durante su construcción, entre los cuales se pueden citar:
 - Obreros que intervinieron: en su mayoría no eran procedentes del Departamento de Cauca, sino de diferentes lugares del país, como: Cundinamarca, Boyacá, Santander y Costa Atlántica, entre otros. Todos ellos reflejaban experiencia y destreza en la construcción de este tipo de obras.
 - Estado del tiempo y reacción de los obreros ante el cambio climático
 - Relaciones interpersonales que tengan los trabajadores entre si, ya que los conflictos afectan el desempeño de las personas en su trabajo.
 - Imprevistos presentados principalmente por el desconocimiento del subsuelo.

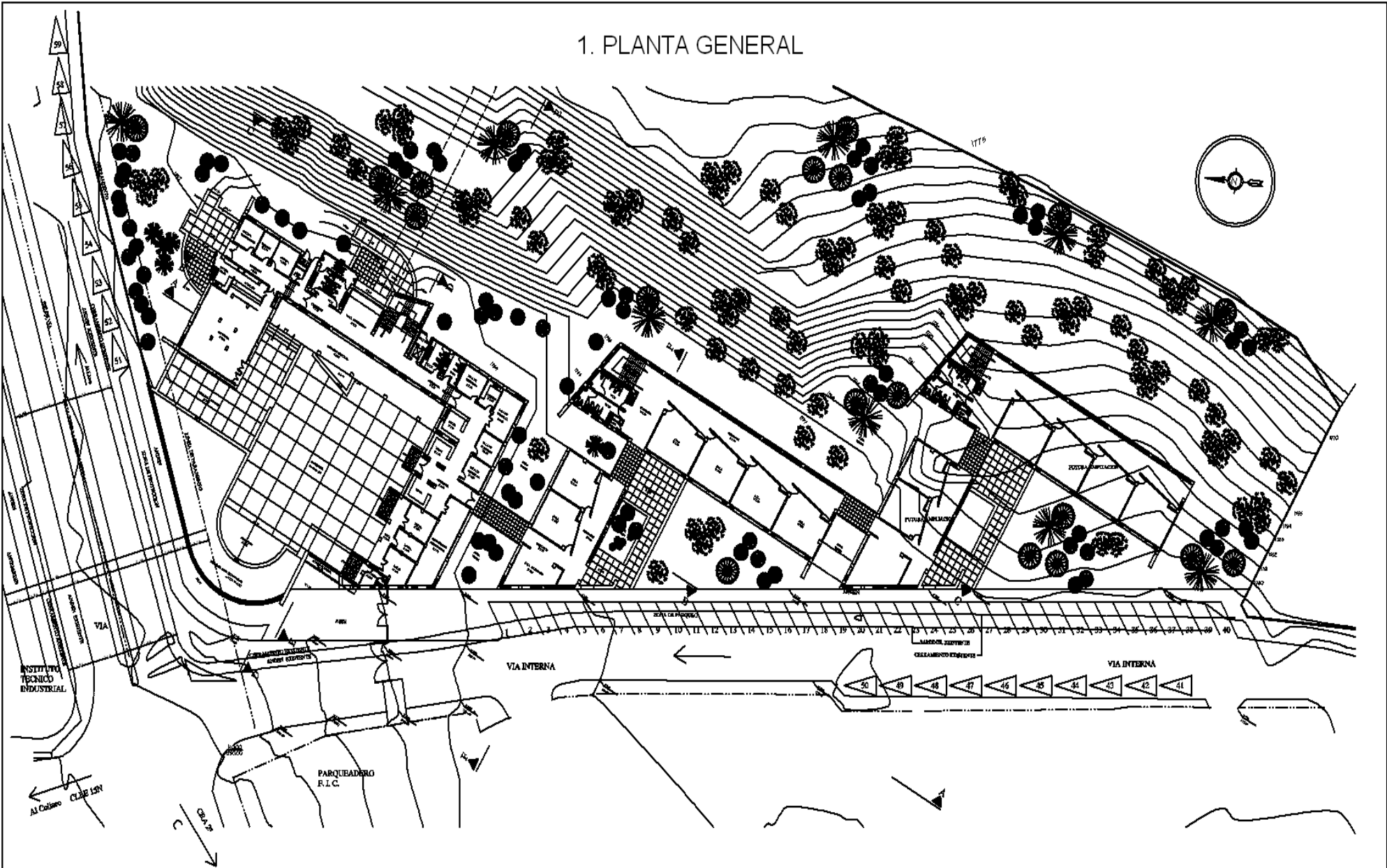
- Rotación del personal. El cambio constante de oficio afecta el rendimiento de una persona en su trabajo.
 - Accidentes que se puedan presentar.
- La cuadrilla que se encargó de la actividad de amarre de acero de refuerzo tenía gran destreza en el oficio ganada a través de años de realización del mismo; son personas que han trabajado juntas desde tiempo atrás y han participado en la construcción de varias obras similares al Edificio de la FCCEA de la Universidad del Cauca.
 - No es recomendado extrapolar los resultados aquí presentados a otras obras, pues para esto se deben realizar mas estudios análogos a éste, con toma de datos suficientes en el sitio y en diferentes tipos de obras; evaluando la incidencia de las múltiples variables que pueden afectar los rendimientos de la mano de obra, tales como:
 - Tipo de obra
 - Plazo de ejecución
 - Finalidad de la obra
 - Ubicación de la obra
 - Época de año en que se construye
 - Estado del tiempo reinante durante la construcción
 - Grado de preparación y experiencia de los obreros
 - Cercanía de los proveedores con la obra.
 - Tipo de terreno donde se cimenta
 - Influencia cultural de la región donde se ubica
 - Forma de pago a los trabajadores e incentivos
 - Factores de orden publico



Luego de establecer correlación ente los resultados de todos estos estudios y las variables que evaluaron, es posible crear un manual completo de rendimientos de mano de obra en función de todos los aspectos que influyen en su determinación, para que sea aplicable a cualquier tipo de obra.

- En este documento se incluyó, para la calculo del costo directo de la mano de obra, el costo del maestro, pero es de aclarar que es usual que el costo del maestro sea tomado como costo indirecto, ya que esta persona no se encarga de una actividad en particular, sino que está involucrado de manera global al desarrollo de muchas actividades al mismo tiempo, por lo que se dificulta asignar su trabajo a una actividad determinada.
- Lo importante de este estudio es que se lograron unos resultados satisfactorios al calcular los rendimientos de mano de obra para la construcción de la primera etapa del Bloque Administrativo del Edificio de la FCCEA con una alta confiabilidad gracias al seguimiento diario del desarrollo de cada actividad.

ANEXO No. 1
PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL BLOQUE
ADMINISTRATIVO

1. PLANTA GENERAL



 UNIVERSIDAD DEL CAUCA	 FACULTAD CIENCIAS CONTABLES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS	CÓDIGO: PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION PRIMER PISO	IDENTIFICACION: _____ _____ _____	TÍTULO: ARQ. DIEGO ANDRÉS CASTRO GARCÍA N.º: 2090-8950 VALLE	FECHA: DICIEMBRE DE 2004	ESCALA: 1:250	FOLIO: _____
				DETALLADO: DEL: Víctor Alexander Castrillo-O M.º.º. INGENIERO EN CARERA TEL: 882821-84304			

2. FACHADA PRINCIPAL



FACHADA PRINCIPAL BLOQUE ADMINISTRATIVO



UNIVERSIDAD
DEL
CAUCA



FACULTAD
CIENCIAS CONTABLES
ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

COTIZONE

FACHADA PRINCIPAL
BLOQUE ADMINISTRATIVO

INDICACIONES

PROYECTO

ARQ. DIEGO ANDRÉS CASTRO GARCÍA

M.P. 1970 - 4070 VALLE

DEPARTAMENTO
DEL VALLE - CIUDAD DE CALI

MESE DE
DICIEMBRE

ESTUDIO

ESCALA

1:75

FECHA

DICIEMBRE DE 2004

PLANO

3. FACHADA POSTERIOR



FACHADA POSTERIOR BLOQUE ADMINISTRATIVO



**UNIVERSIDAD
DEL
CAUCA**



FACULTAD
CIENCIAS CONTABLES
ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CONTENIDO

FACHADA POSTERIOR
BLOQUE ADMINISTRATIVO

INDICACIONES

DISEÑO

ARQ. DIEGO ANDRÉS CASTRO GARCÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

MAQUETACIÓN

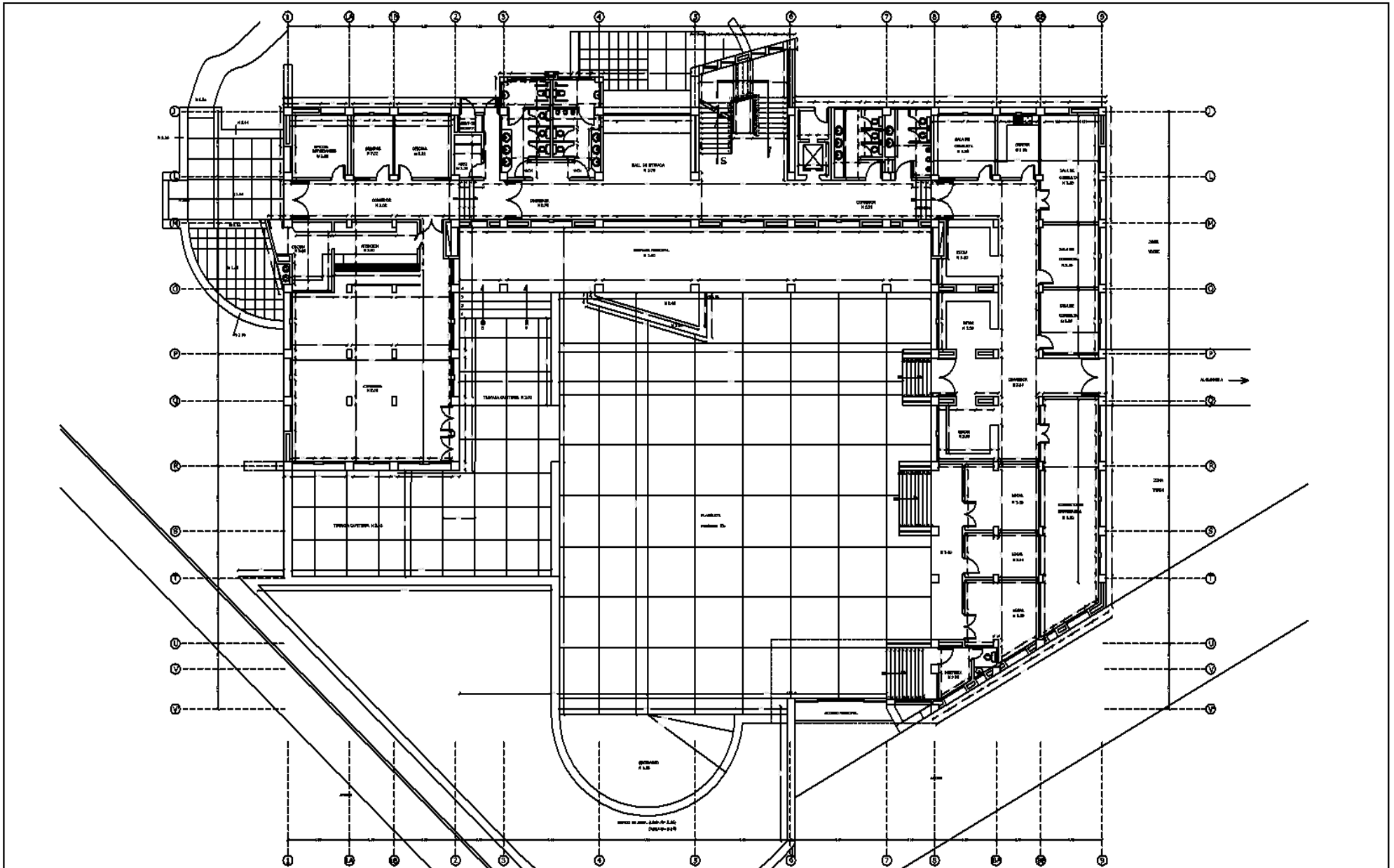
ESTUDIO



ESCALA:
1:75

FECHA:
DICIEMBRE DE 2004

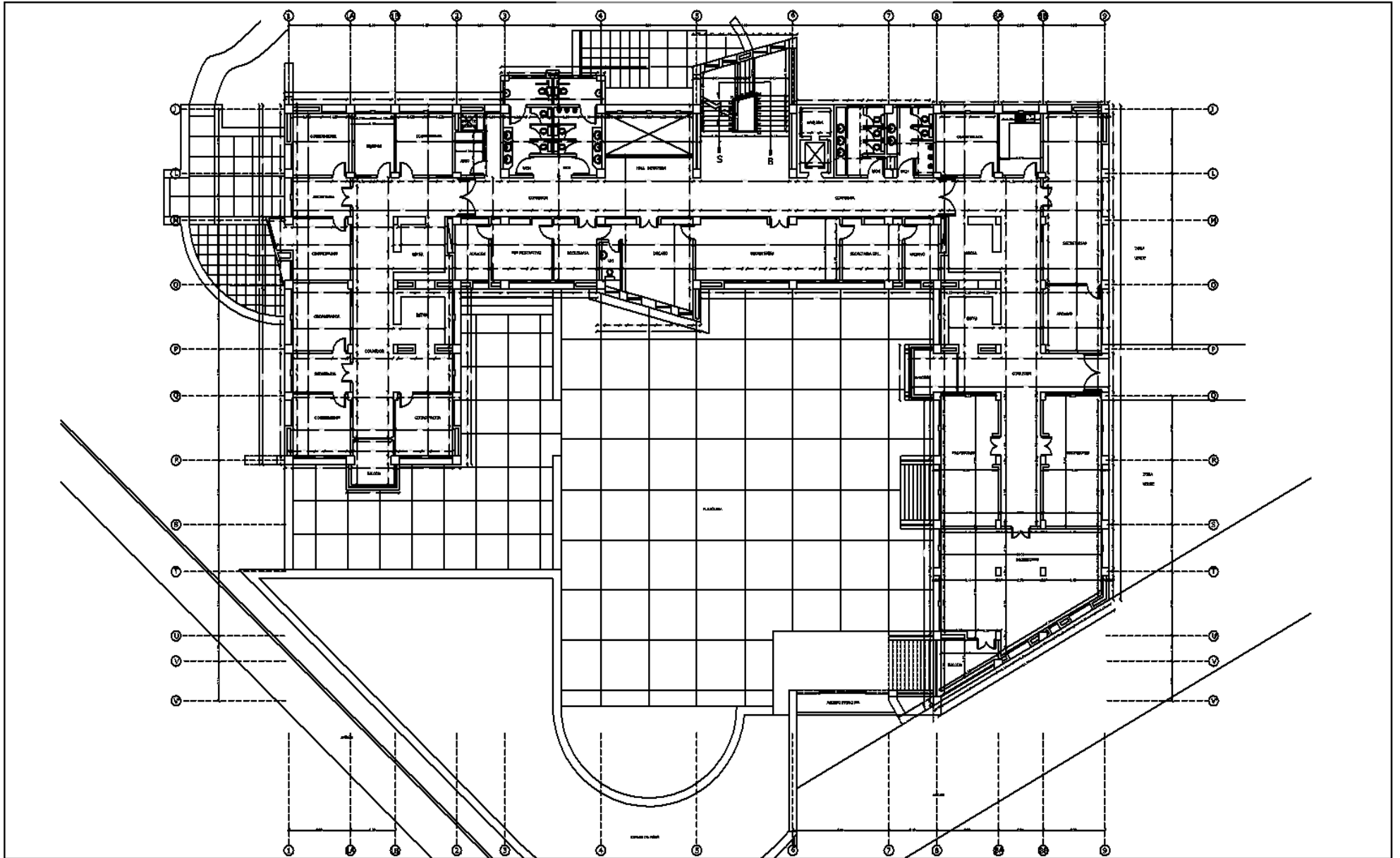
PLANO



4. PLANTA PRIMER PISO



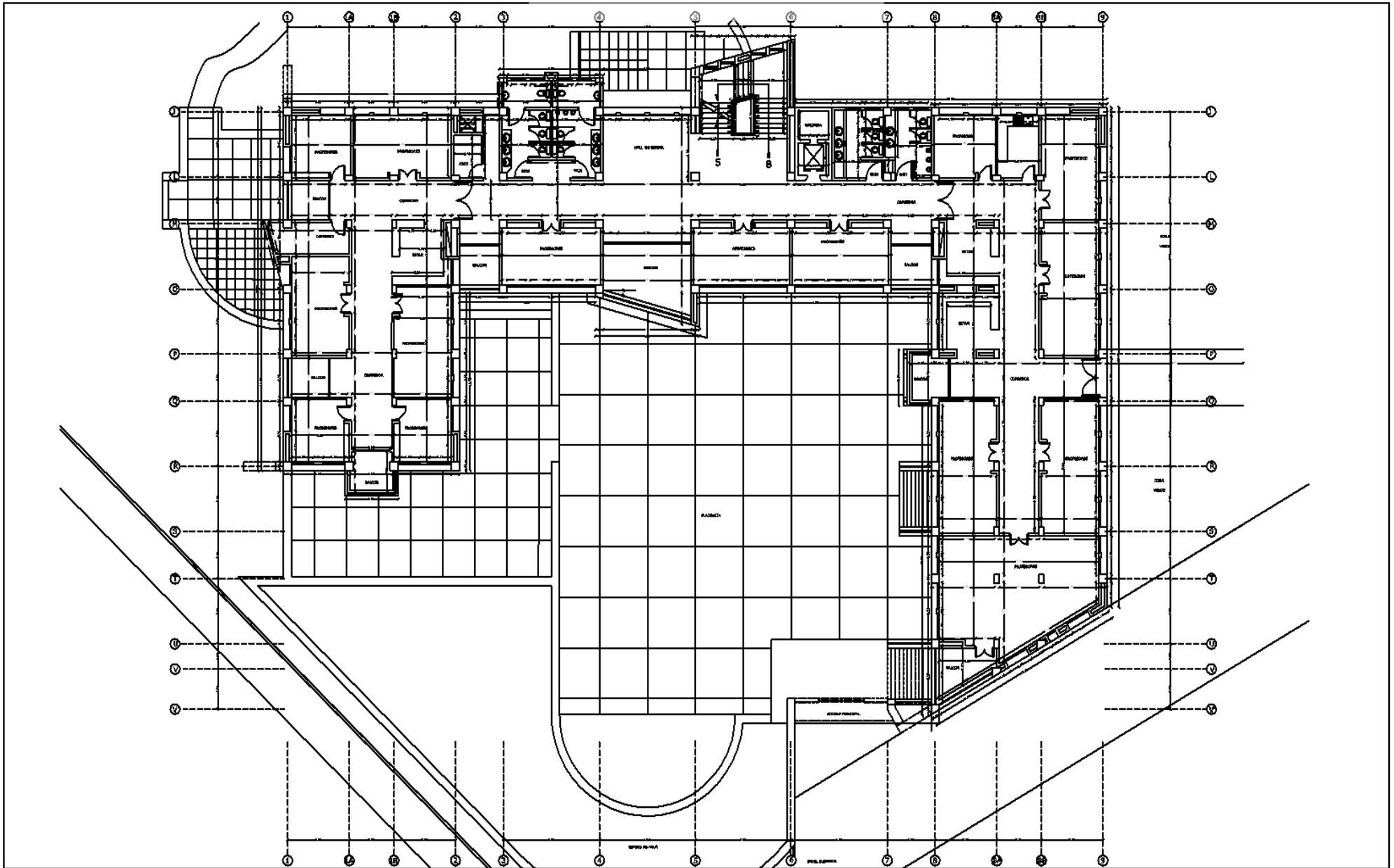
 UNIVERSIDAD DEL CAUCA	 FACULTAD CIENCIAS CONTABLES ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS	CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION PRIMER PISO BLOQUE ADMINISTRATIVO	DETALLACIONES: _____ _____ _____	DISEÑO: ARQ. DIEGO ANDRES CASTRO GARCIA M.S. 20781 - C/278 CALLE	ARQUITECTO: _____ _____	ESCALA: 1:100	PLANO: ENCUADRE N° 1004
				DELEGADO: DR. Victor Alvarado Castro LIC. FRANCISCO DE OJEDA S.M. NOTAR. 00040		APROBACION: _____ _____	



5. PLANTA SEGUNDO PISO



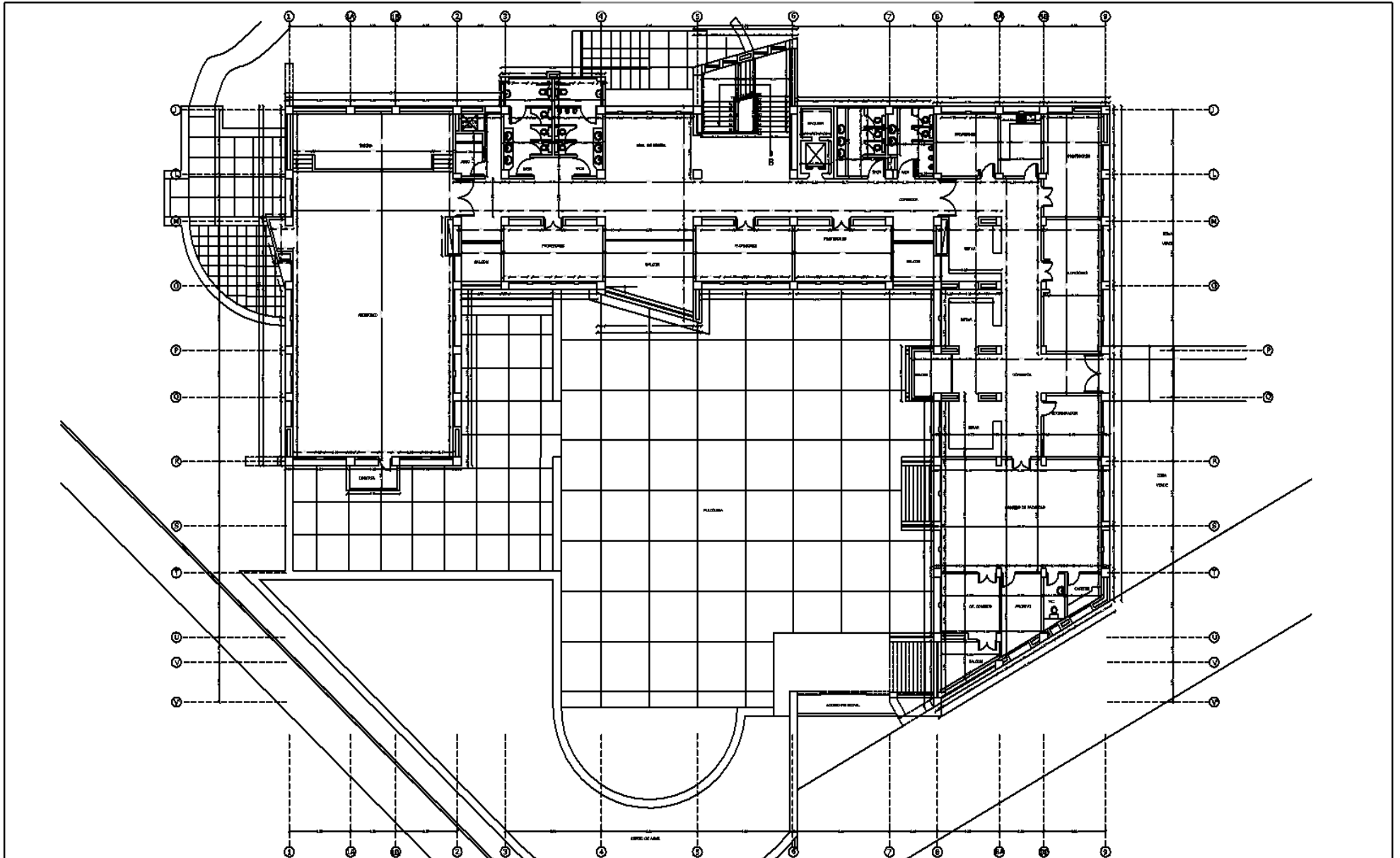
 <p>UNIVERSIDAD DEL CAUCA</p>	 <p>FACULTAD CIENCIAS CONTABLES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS</p>	<p>CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION SEGUNDO PISO NIVEL 7.10 BLOQUE ADMINISTRATIVO</p>	<p>ESPECIFICACIONES:</p> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>DISEÑO: ARQ. DIEGO ANDRÉS CASTRO GARCÍA M. 7008 - 8800 5426</p> <p>PROYECTO: DEL: Víctor Alejandro Castrillo-O PAR: FUNDACIÓN CAUCA PAR: FUNDACIÓN CAUCA</p>	<p>ESCALA: 1:100</p> <p>FECHA: DICIEMBRE DE 2014</p>	<p>PLANO:</p>
---	---	--	--	---	--	---------------



6. PLANTA TERCER PISO



 <p>UNIVERSIDAD DEL CAUCA</p>	 <p>FACULTAD CIENCIAS CONTABLES ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS</p>	<p>CORREDE: PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION TERCER PISO NIVEL 10.70 BLOQUE ADMINISTRATIVO</p>	<p>PROYECTADO POR:</p> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>PROYECTO: ARQ. DIEGO ANDRES CASTRO GARCIA AL. 70201 - 4000 - 5025</p>	<p>REVISADO POR: INGENIERO: DPL. Víctor Alexander Castro D C.C. 100000077330000 vcastro@uncc.edu.co</p>	<p>FECHA: DICIEMBRE DE 2004</p>	<p>ESCALA: 1:100</p>	<p>PLANO:</p>
							<p>PROYECTO:</p>	

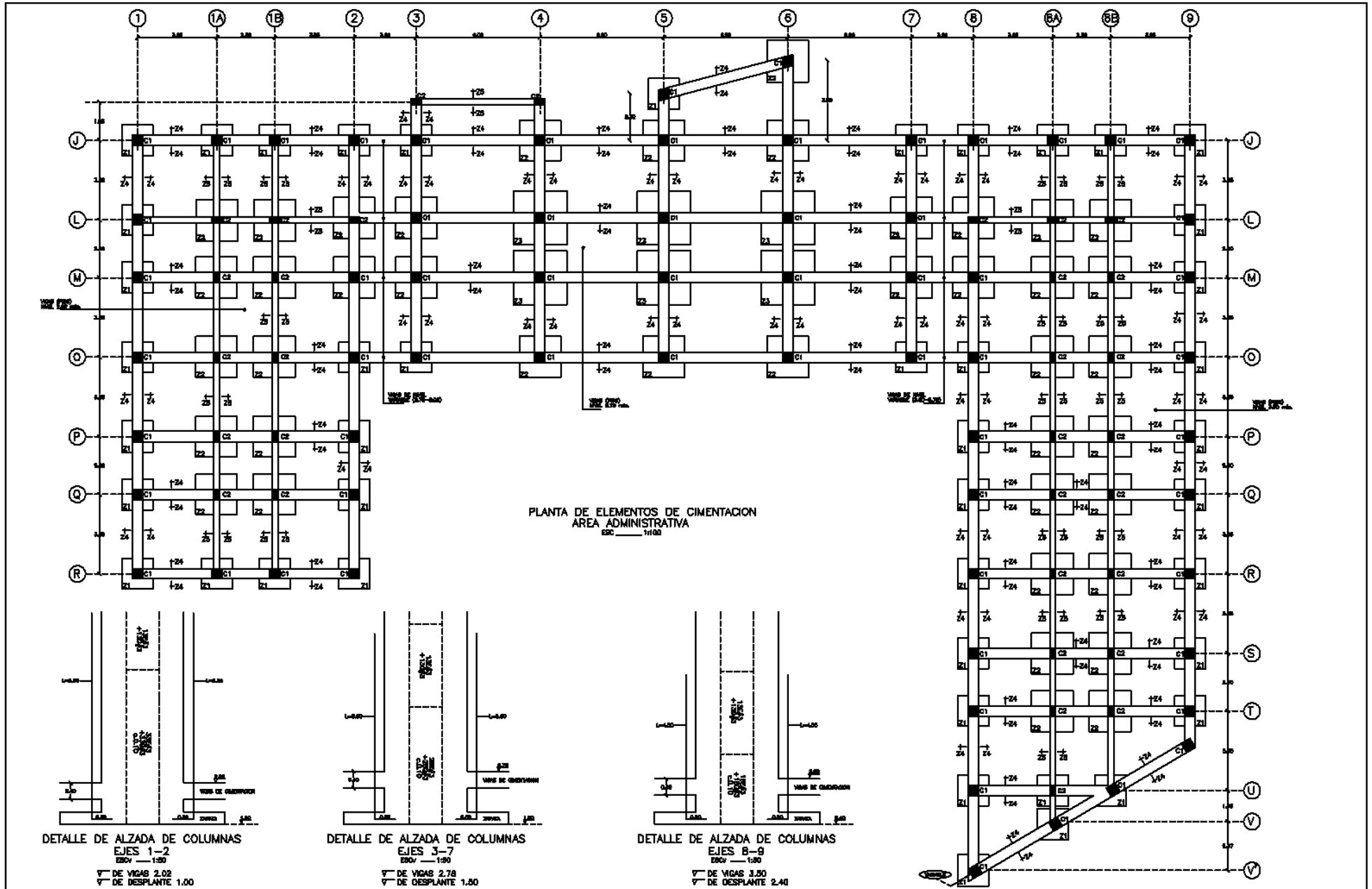
7. PLANTA CUARTO PISO



 UNIVERSIDAD DEL CAUCA	 FACULTAD CIENCIAS CONTABLES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS	CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION CUARTO PISO NIVEL 14.30 BLOQUE ADMINISTRATIVO	REPRESENTACION: _____ _____ _____	DISEÑO: ARQ. DIEGO ANDRÉS CASTRO GARCÍA S.C. 2018 - 2020	ACTIVO:	ESCALA: 1:100	PLANO:
				IMPRESO: DRAL. Víctor Alejandro Castro G. © S.C. UNIVERSIDAD DEL CAUCA TEL: 312 28 10 10	MEDICIÓN:	FECHA: DICIEMBRE DE 2018	PLANO:

ANEXO No. 2
PLANOS ESTRUCTURALES DEL BLOQUE
ADMINISTRATIVO

1. PLANTA ELEMENTOS DE CIMENTACION



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD
CIENCIAS CONTABLES
ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

OPACIDAD Y ORDEN ESTRUCTURAL

Ing. JUAN MANUEL MOSQUERA,
M.P. # 1015 Cauca.

DELAZO:

Del. VICTORIA E. CANEDO M.
M.P. # 19204-0000 Cauca
M.P. # 255745

GRUPO DE DESPLANTE DE ENERGIA: D E S

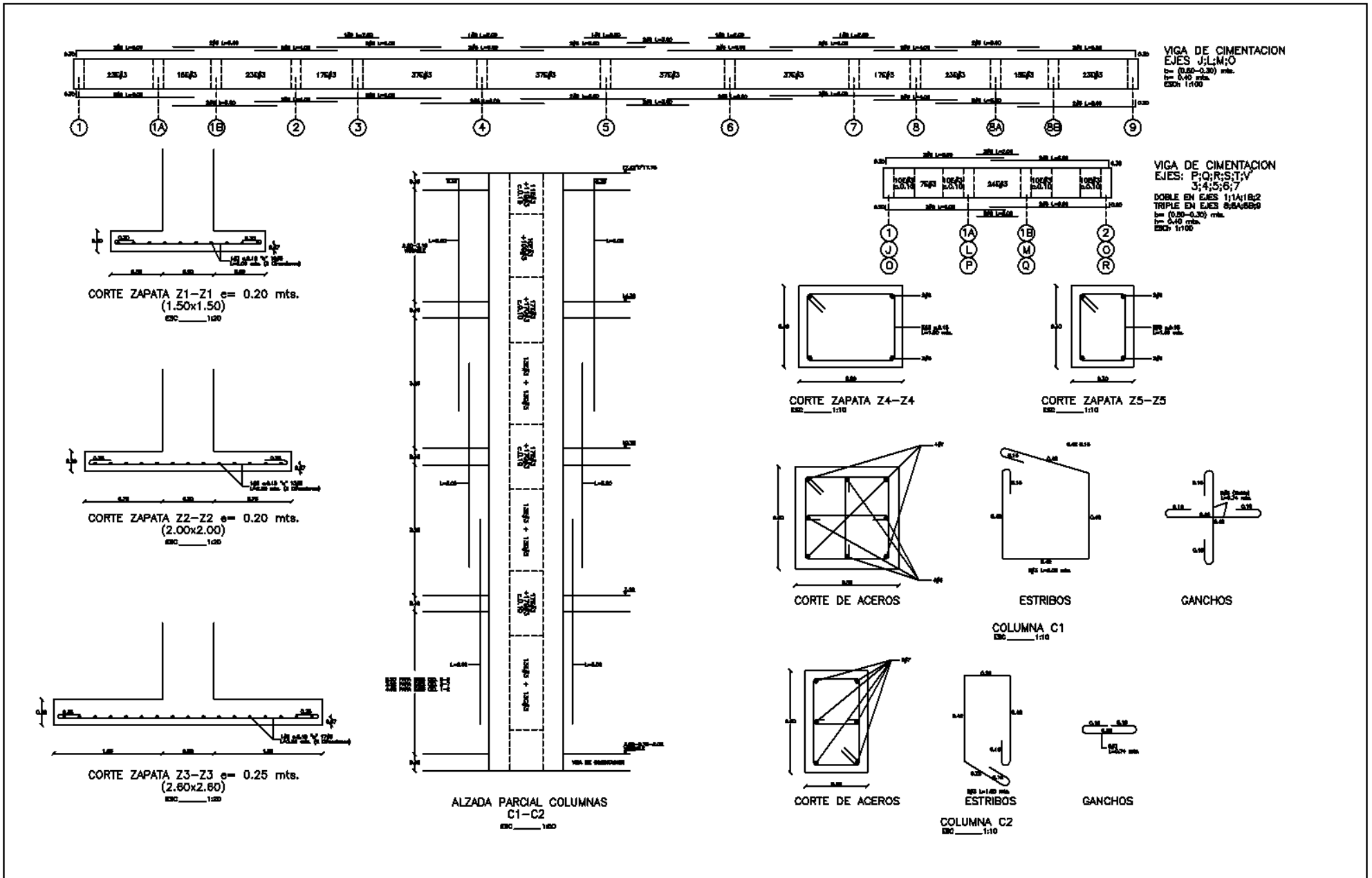
MATERIALES:
CONCRETO f_{cm} = 21 Mpa
ACERO f_y = 420 Mpa

CARGAS:
ACABADOS 1.8 kN/m²
VIVA 3.0 kN/m²

PLA:

1/20

2. DETALLE DE VIGAS DE CIMENTACIÓN, ZAPATAS Y ALZADA DE COLUMNAS



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD
CIENCIAS CONTABLES
ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CALCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL:
Ing. JUAN MANUEL MOSQUERA.
M.P. # 1015 Casco.

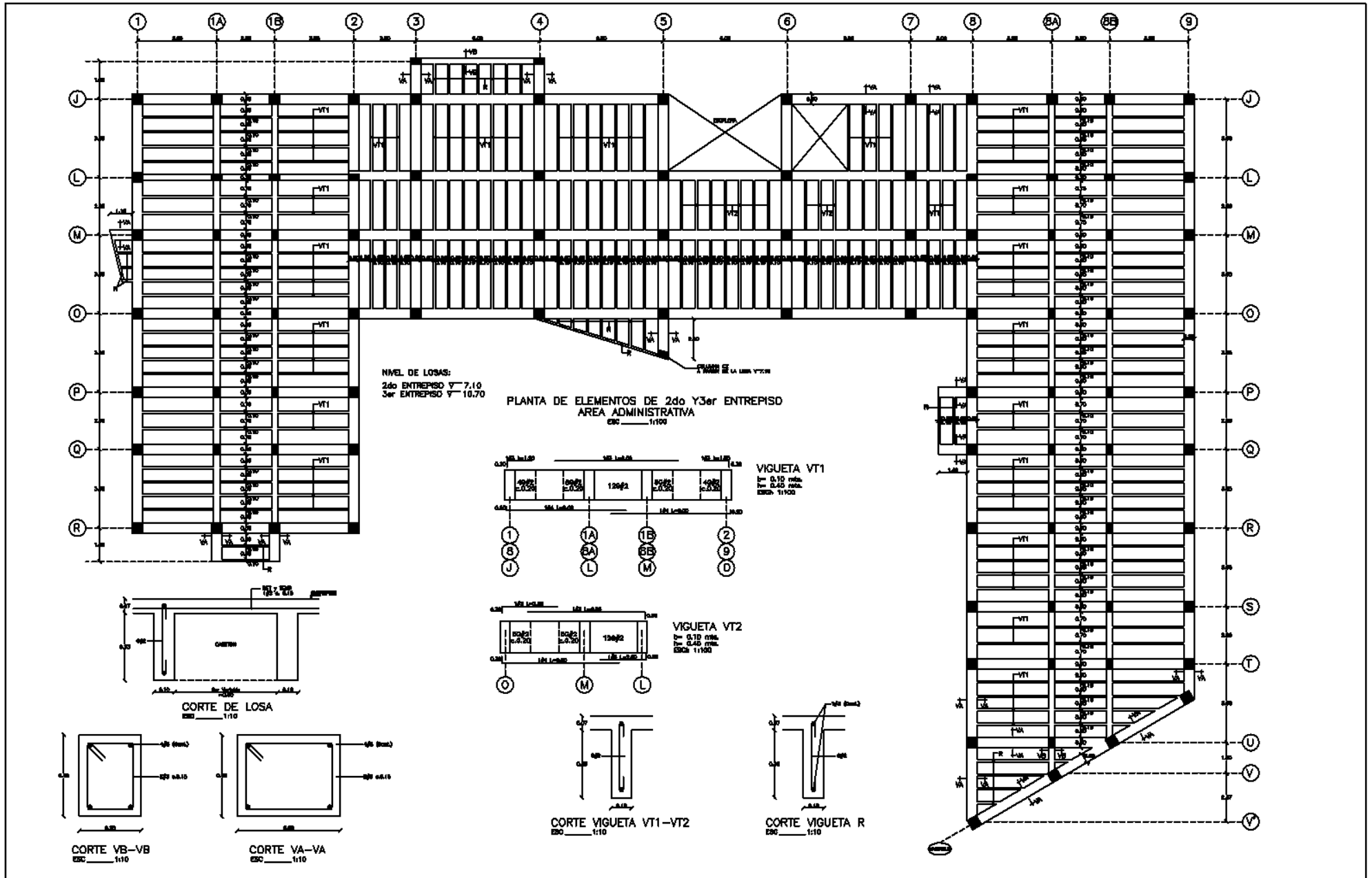
DISEÑO:
Del. VICTORIA E. CACEDO H.
M. # 18202-02223 Casco
Tel. 8236445

GRUPO DE DESPACHO DE ENERGIA D E S

MATERIALES:	DISEÑO:
EDIFICIO ACERO	f'c= 21 Mpa fy= 420 Mpa
	ACABADOS VIA
	1.8 100/m ² 2.0 100/m ²

PLA: 2/20

3. PLANTA DE ELEMENTOS DE ENTREPISO, 2º Y 3º NIVEL



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD
 CIENCIAS CONTABLES
 ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CALCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL:

Ing. JUAN MANUEL MOSQUERA.
 M.P. # 1018 Omas.

DIRUJO:

Del. VICTORIA E. CAICEDO M.
 M.P. # 19000-00000 Omas
 Exp. 2300-1-10

GRADO DE DEBILIDAD DE ENERGIA: D E S

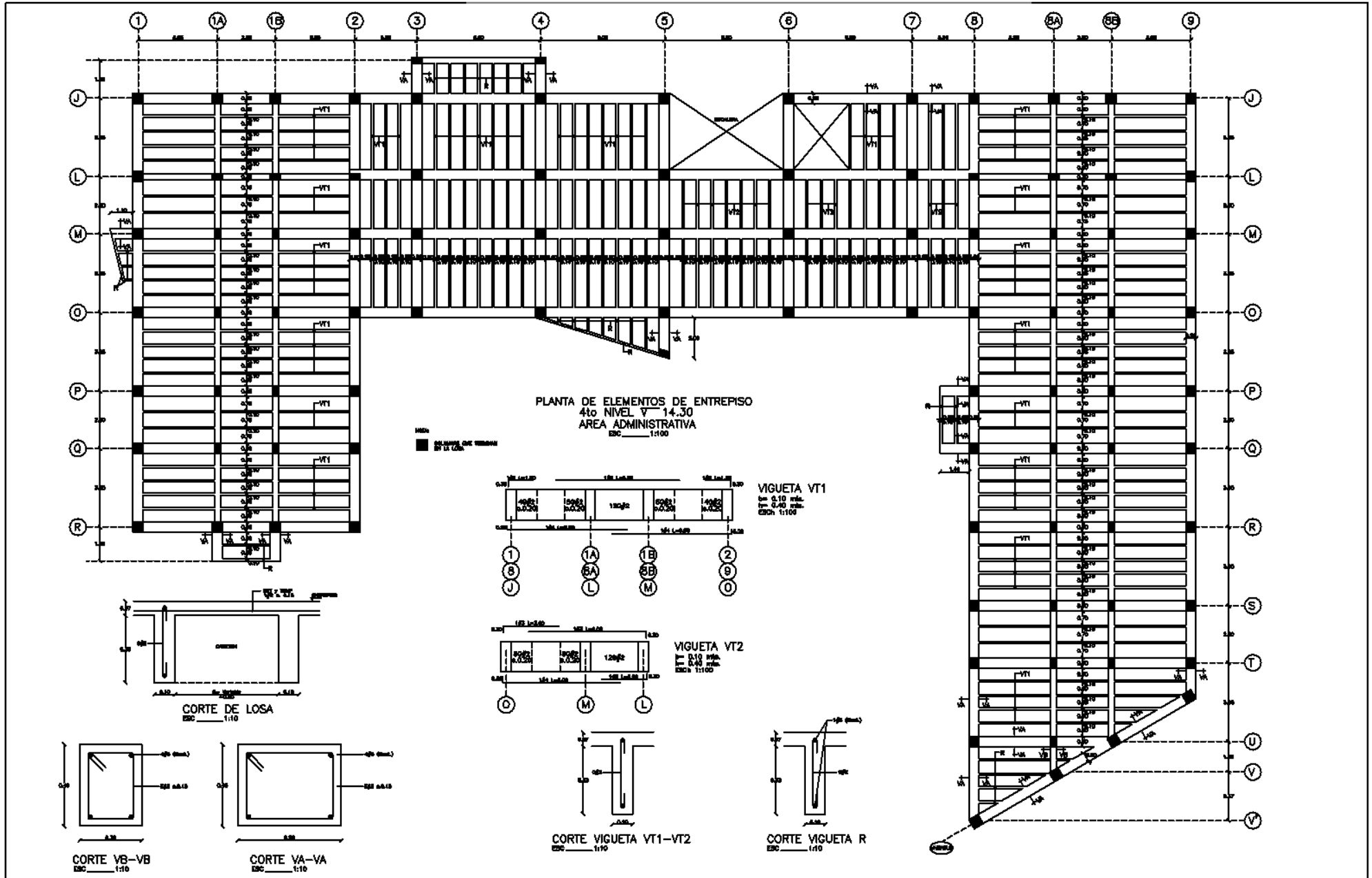
MATERIALES:
 CONCRETO f_{cd} = 21 Mpa
 ACERO f_{yd} = 420 Mpa

CARGAS:
 ADJUNTO 1.8 kN/m²
 VIVA 2.0 kN/m²

PLN#

3/20

4. PLANTA DE ELEMENTOS DE ENTREPISO 4º NIVEL



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD
CIENCIAS CONTABLES
ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CHASCO Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Ing. JUAN MANUEL MOSQUERA.
M.P. # 1015 OROU.

CLIENTE

Dra. VICTORIA E. CAICEDO M.
M.P. # 1020-0022 OROU
TEL. 260-9772

GRADO DE IMPACTO DE DENSIDAD: D E S

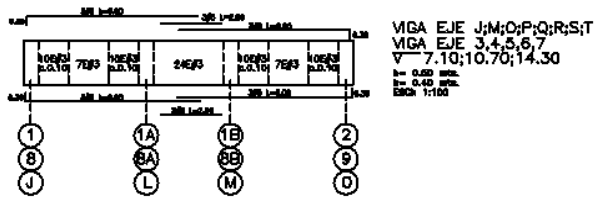
MATERIALES:
CONCRETO $f'_{cm} = 21 \text{ Mpa}$
ACERO $f_y = 422 \text{ Mpa}$

CARGAS:
ACABADOS 1.2 KPa/m^2
VIVA 2.5 KPa/m^2

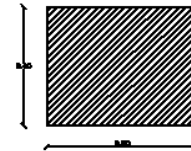
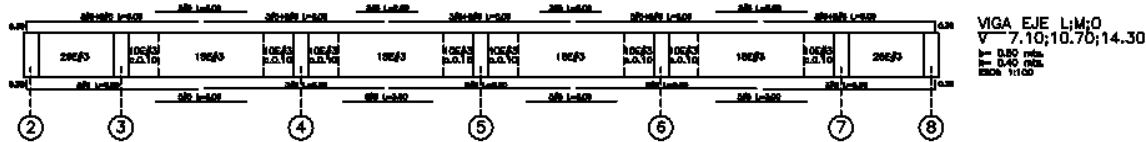
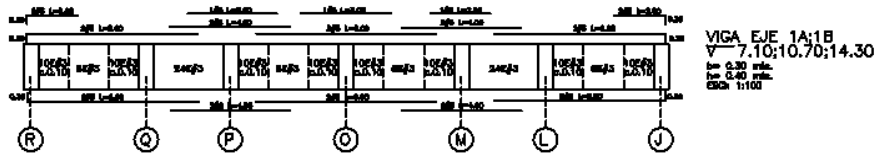
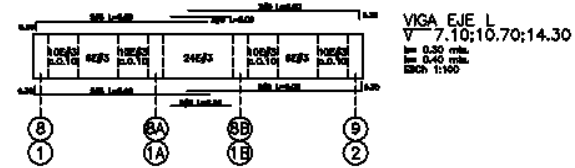
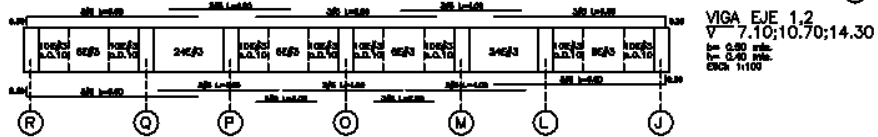
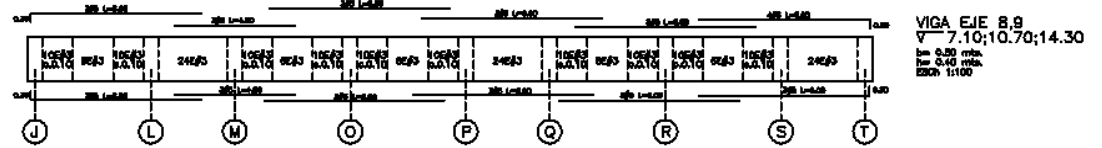
PLM:

4/20

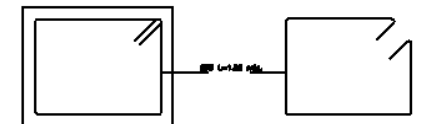
5. DETALLE DE VIGAS DE ENTREPISO



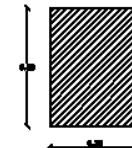
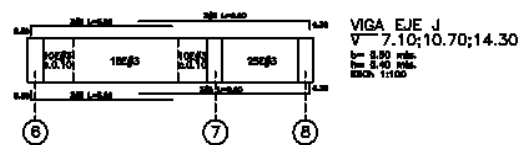
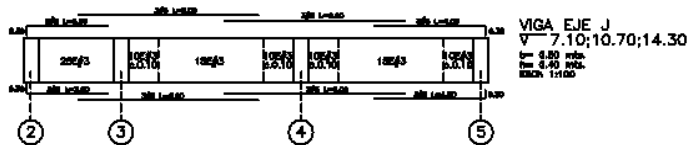
VIGAS DE ENTREPISO
ZONA ADMINISTRATIVA



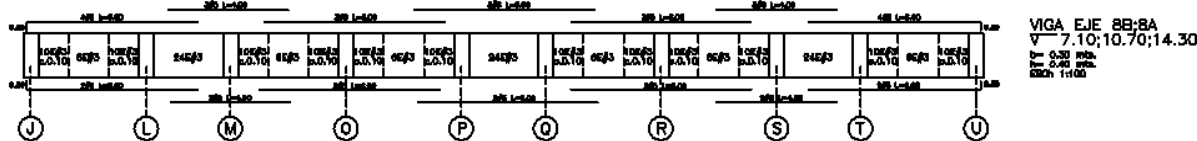
SECCION VIGAS
ESCh 1:10



b = 0.50 mts.
h = 0.40 mts.



b = 0.30 mts.
h = 0.40 mts.



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD
CIENCIAS CONTABLES
ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CALCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL:

Ing. JUAN MANUEL MOSQUERA.
M.P. # 1019 Casco.

DIBUJO:

CHL VICTORIA E. CALDEÓN M.L.
M.P. # 19200-00023 Casco

GRADO DE DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA: D E S

MATERIALES:

CONCRETO f'c= 21 Mpa
ACERO fy= 480 Mpa

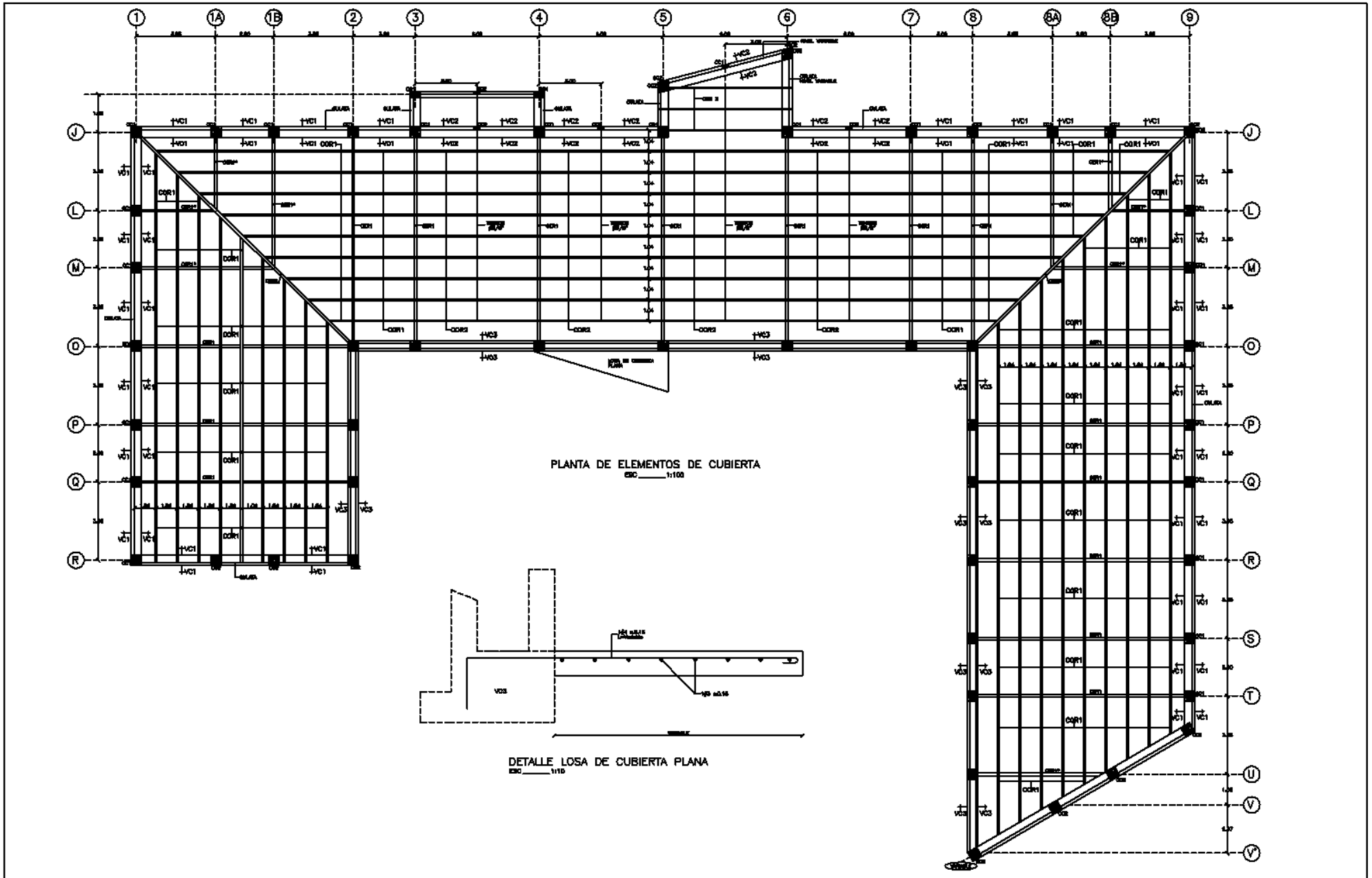
CARGAS:

ACABADOS 1.8 KPa/m²
VVA 2.0 KPa/m²

PLA:

5/20

6. PLANTA DE ELEMENTOS DE CUBIERTA



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD
CIENCIAS CONTABLES
ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CALIDAD Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Ing. JUAN MANUEL MOSQUERA
M.P. # 1015 Deuse.

DISEÑO:

Del. VICTORIA E. CAJEDO M.
M.P. # 1000-00000 Deuse

GRADO DE OBRERON DE ENERGIA: D E S

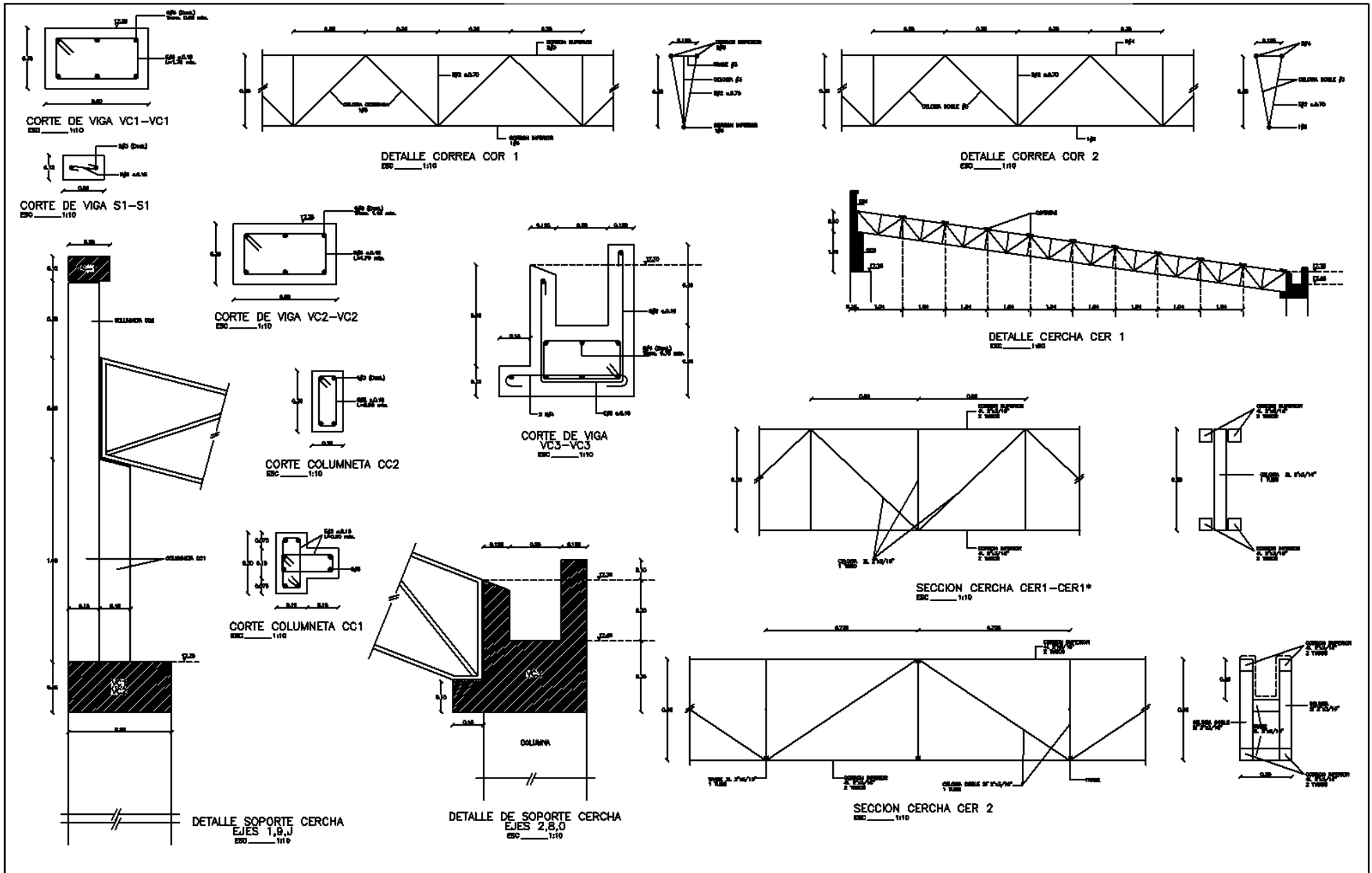
MATERIALES:
CONCRETO $f'c = 21 \text{ MPa}$
ACERO $f_y = 420 \text{ MPa}$

CARGAS:
ACABADOS 1.5 KG/m^2
VIVA 2.0 KG/m

PLN:

6/20

7. DETALLE DE ELEMENTOS DE CUBIERTA



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD
CIENCIAS CONTABLES
ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CALCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Ing. JUAN MANUEL MOSQUERA.
M.P. F 1015 Cauca.

DISEÑO

Del. VICTORIA E. CAIGEDO M.
M.P. F 1980-0002 Cauca
M.P. 228822

GRUPO DE DISTRIBUCION DE ENERGIA: D E S

MATERIALES
CONCRETO
ACERO

f'c = 21 Mpa
fy = 420 Mpa

CARGAS:
ACABADOS
VIA

1,5 MU/m²
2,0 MU/m²

PLA: 7/20

ANEXO No. 3
DATOS TOMADOS EN LA OBRA

ANEXO No. 4

**FOTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA
ETAPA DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS CONTABLES ECONOMICAS Y
ADMINISTRATIVAS (FCCEA) DE LA UNIVERSIDAD
DEL CAUCA**



Foto No. 1 Trabajos de descapote del terreno



Foto No. 2 Corte y perfilado del talud posterior al Edificio de la FCCEA



Foto No. 3 Construcción del campamento

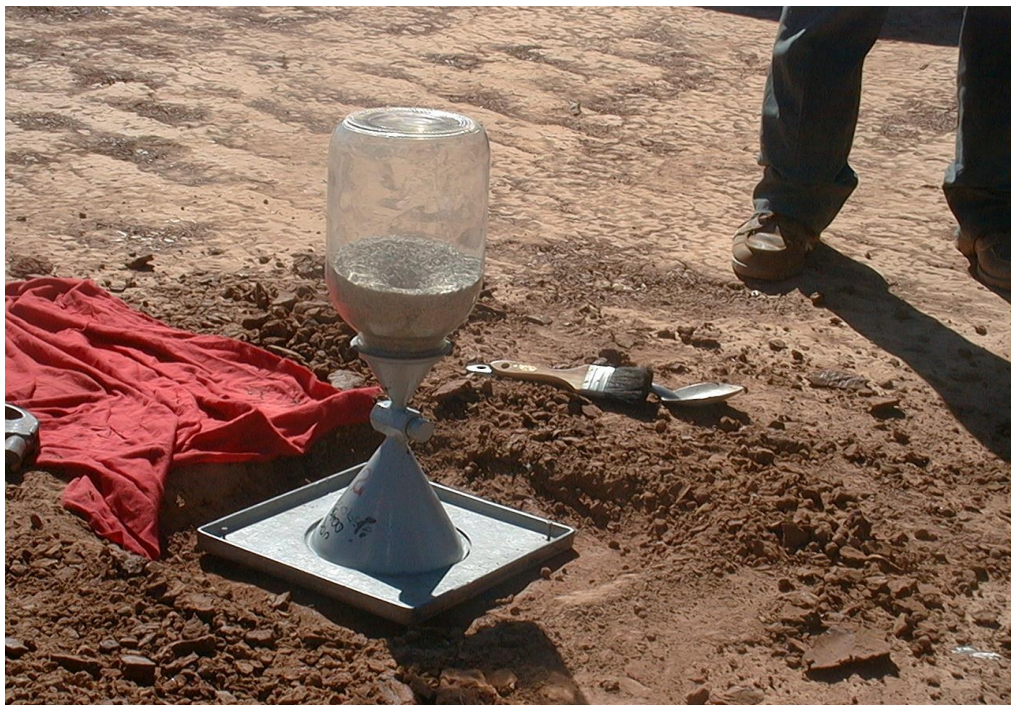


Foto No. 4 Ensayo de densidad sobre rellenos compactados.



Foto No 5 Relleno compactado y reforzado con geotextil tejido.



Foto No. 6 Excavaciones para cimientos



Foto No. 7 Amarre de acero para zapatas y arranque de columnas



Foto No. 8 Vaciado de concreto para zapatas



Foto No. 9 Vaciado y vibrado de concreto para vigas de cimentación



Foto No. 10 Vaciado de concreto para columnas de primer piso (formaletaría metálica)



Foto No. 11 Armado de sistema de apoyo para construcción de losa de segundo piso



Foto No. 12 Amarre de de vigas y viguetas para losa aligerada de entrepiso



Foto No. 13 casetón forrado con casetex; al fondo, casetones sin forrar



Foto No. 14 Disposición de los casetones en la losa de entrepiso (2° piso)



Foto No. 15 Encofrado perimetral de la losa de entrepiso (2° piso)



Foto No. 16 Fundición de losa de entrepiso (2° piso)



Foto No. 17 Colocación de concreto para columnas de 2° a 3° piso



Foto No. 18 Casetones totalmente cubiertos con esterilla (para ser forrados con plástico)



Foto No. 19 Entablerado para losa de 3° piso



Foto No. 20 Losa de 3° piso próxima a ser fundida



Foto No. 21 Columnas de 3° a 4° piso en proceso de construcción



Foto No. 22 Entablado para los del 4° (último) piso



Foto No. 23 Perforación para colocación de anclajes para vigas de carga de escaleras



Foto No. 24 Colocación de anclajes, barras No. 5 con mortero epóxico



Foto No. 25 Amarre de acero para escaleras



Foto No. 26 Vaciado de concreto para escaleras



Foto No. 27 Amarre de acero para columnas de 4° piso a cubierta



Foto No. 28 Detalle de columnas que terminan a nivel de la losa de 4° piso



Foto No. 29 Acero amarrado para viga de cubierta (Viga canal)



Foto No. 30 Formateado de vigas de cubierta



Foto No. 31 Viga canal recién fundida



Foto No. 32 Vigas y losa de cubierta terminadas

ANEXO No. 5

**DESCRIPCIÓN DE LOS CASETONES QUE SE
FABRICARON PARA LAS PLACAS ALIGERADAS DE
ENTREPISO DEL EDIFICIO DE LA FCCEA**

DESCRIPCIÓN DE LOS CASETONES UTILIZADOS EN EL PROYECTO

TIPO DE CASETON		CANTIDAD ELABORADA
DIMENSIONES (m)	DESTINO	
3,45 X 0,55 X ,0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	45
3,45 X 0,60 X ,0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	237
3,45 X 0,65 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	12
3,45 X 0,70 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	66
3,45 X 0,75 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	24
3,35 X 0,55 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	48
3,35 X 0,60 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	168
2,50 X 0,55 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	24
2,50 X 0,60 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	134
2,50 X 0,65 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	6
2,50 X 0,70 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	33
2,50 X 0,75 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	12
2,30 X 0,55 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	24
2,30 X 0,60 X 0,33	BLOQUE ADMINISTRATIVO	102
VARIABLE	BLOQUE ADMINISTRATIVO	57
1,90 X 0,60 X 0,33	BLOQUES A y B	762
1,90 X 0,70 X 0,33	BLOQUES A y B	108
1,45 X 0,60 X 0,33	BLOQUES A y B	24
1,30 X 0,60 X 0,33	BLOQUES A y B	213
1,30 X 0,70 X 0,33	BLOQUES A y B	27
VARIABLE	BLOQUES A y B	42
TOTAL		2168

ANEXO No. 6

**CAPITULOS Y ACTIVIDADES QUE SE
DESARROLLARON EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA
PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO FCCEA.**

**ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION DE LA PRIMERA ETAPA DEL EDIFICIO
DE LA FCCEA**

No.	ITEM	UND
1.0	PRELIMINARES	
1,1	Localización y replanteo	M2
1,2	Descapote	M3
1,3	Corte y excavación a máquina	M3
1,4	Cargue y bote de sobrantes	M3
1,5	Rellenos compactados con cilindro patecabra	M3
1,6	Excavación a Mano	M3
1,7	Rellenos compactados con vibrocompactador pequeño (rana)	M3
2.0	CIMENTACION	
2,1	Solados	M2
2,2	Zapatas Ccto.f'c=21 Mpa Impermeab.	M3
2,3	Vigas de Cimentac. Ccto f'c=21 Mpa Impermeab,	
2.3.a	0,50 x 0,40	ML
2.3.b	0,30 x 0,40	ML
3.0	ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO	
3,1	Columnas Ccto f'c=21Mpa.	
3.1.a	C1 (0.50 x 0.50)	ML
3.1.b	C2 (0.30x0.50)	ML
3,2	Losa aligerada de Entrepiso h=0.40m Ccto f'c= 21 Mpa	M2
3,3	Concreto para Escaleras Ccto f'c= 21 Mpa	M3
3,4	Vigas Cubierta Ccto f'c= 21 Mpa	
3.4.a	Tipo VC1	ML
3.4.b	Tipo VC2	ML
3.4.c	Tipo VC3 o VC4 Viga Canal	ML
3,5	Vigas de amarre Ccto f'c=21 Mpa	
3.5.a	Tipo S1	ML
3.5.b	Tipo S2	ML
3,6	Columnetas Ccto f'c=21 Mpa	
3.6.a	Tipo CC1	ML
3.6.b	Tipo CC2	ML
4.0	ACERO DE REFUERZO	
4.1	Colocación y Amarre Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2	KGR
7.0	MAMPOSTERIA	
7,1	Muros para culatas ladrillo farol	M2
8.0	IMPERMEABILIZACION	
8,1	Impermeabilización de Vigas Canales VC3 o VC4	ML
9.0	PISOS	
9.1	Subbase granular e=0.10 m	M2
9.2	Piso primario e=0.10 m 17.5 Mpa (INCLUYE CONCRETO)	M2

10.0	DESAGÜES (Redes y cajas)	
10.1	Punto Sanitario PVC 4"	UND
10.2	Punto Sanitario PVC 2"	UND
10.3	Pase Sanitario 4" L=0.80 mt	UND
10.4	Pase Sanitario 2" L=0.80 mt	UND
10.5	Tubería Novaform 16"	ML
10.6	Tubería Novaform 12"	ML
10.7	Tubería Novaform 10"	ML
10.8	Tubería Novaform 8"	ML
10.9	Excavación a Mano	M3
10.10	Cajas de Inspección 0.80 x 0.80 x 0.80	UND
10.11	Pozos de Inspección h=1.80	UND
11.0	INSTALACIONES ELECTRICAS	
11.A	INFRAESTRUCTURA GENERAL ELECTRICA PARA PRIMER PISO-PROTECCIONES.	
11.A.1	Cámara de inspección en concreto reforzado de acuerdo a especificaciones, tipo C3 de 1.10*0.70*0.80m. Con tapa.	#
11.A.2	Similar al anterior de 0.70*0.70*0.70m.	#
11.A.3	Anillo soporte o collarín, bajo el distribuidor o rack principal, en concreto reforzado. H = 0.10m, e = 0.15m. 1.00*1.00m externamente.	#
11.A.4	Similar al anterior para PB. Externamente 1.00*0.40m. externamente, e = 0.10m.	#
11.A.5	Sistema tierra malla general, según especificación, para protección de edificio, formado por 9 varillas cu – c/u. de 2.40 m.*Ø=5/8", interconectadas entre sí con conductor No. 2 – cu, desnudo; derivando a cubierta con 11 bajantes del mismo material dentro	gl
11.A.6	Sistema tierra, malla de protección y referencia según especificación, para centros de cableado principal y sectoriales formada por 3 difusores cada una (P11, P12, P13) - (P21, P22, P23) - (P31, P32, P3), e interconectados entre sí con conductor No. 2 – c	#
11.A.7	Igual al anterior, para malla de aulas de datos. Difusores R11,R12, R13. Derivaciones con 1C#4 + 1C#6 awg-thw-cu-cable, dentro de ducto pvc Ø=3/4" a dos tableros y a un gabinete de primer piso con respectiva prolongación hasta cuarto piso. Derivaciones de	#
11.A.8	Sistema tierra sencillo para tableros eléctricos a nivel de primer piso, conformado por un difusor, T1 o T2 o T5 con derivaciones 1C#4 + 1C#6 awg-thw-cu-cable, dentro de ducto pvc.	#
11.A.9	Similar al anterior, con un difusor y derivación con 1C#2 awg-cu- desnudo, f3/4" hasta casa de máquinas en 5to. Piso. En ascensor.	#
11.A.10	Canalización y entubado con ductos pvc, entre cámaras de inspección, según especificación.	

	Con 1Ø=3”+2Ø=2”	ml
	Con 3Ø=2”	ml
	Con 2Ø=2”	ml
	Con 3Ø=2”+2Ø=1½”	ml
	Con 1Ø=2”+1Ø=1½”	ml
	Con 4Ø=2”+4Ø=1½”	ml
	Con 5Ø=2”+5Ø=1½”	ml
	Con 6Ø=2”+6Ø=1½”	ml
	Con 1Ø=1½”+1Ø=1”	ml
	Con 3Ø=2”+4Ø=1½”+2Ø=1¼”+4Ø=1”	ml
	Con 2Ø=2”+4Ø=1½”+1Ø=1¼”+2Ø=1”	ml
	Con 1Ø=2”+3Ø=1½”+11Ø=1¼”+3Ø=1”	ml
	Con 1Ø=2”+2Ø=1½”+6Ø=1¼”+1Ø=1”	ml
	Con 1Ø=2”+2Ø=1½”+1Ø=1¼”+2Ø=1”	ml
	Con 1Ø=2”+1Ø=1½”+1Ø=1¼”+1Ø=1”	ml
11.A.11	Similar al anterior para derivación de cámaras de inspección a futuros tableros o cajas de paso. Promedio 4 metros.	
	Con 1Ø=2”+1Ø=1½”.	#
	Con 1Ø=1½”	#
	Con 1Ø=1½”+2Ø=1”	#
	Con 1Ø=1½”+1Ø=1”	#
	Con 2Ø=1¼”	#
	Con 1Ø=1¼”	#
	Con 1Ø=1¼”+2Ø=1”	#
11.A.12	Similar al anterior para unión entre cámaras de inspección, inmediatas o contiguas con 1f2”.	#
11.A.13	Similar al anterior entre tableros o cajas de paso.	
	Con 5Ø=2”+4Ø=1½”.	ml
	Con 2Ø=2”+1Ø=1½”.	ml
	Con 1Ø=2”+1Ø=1½”.	ml
	Con 1Ø=1½”+1Ø=1”.	ml
	Con 1Ø=2”.	ml
	Con 2Ø=1½”.	ml
	Con 2Ø=1¼”.	ml
11.A.14	Entubado de salidas para tomas en general a nivel de primer piso, con ductos pvc, más sus accesorios. Sin incluir cajillas. Ductería taponada.	
	Con 1Ø=1¼”.	#
	Con 1Ø=1”.	#
	Con 1Ø=¾”.	#
	Con 1Ø=½”.	#
11.A.15	Igual al anterior con dos ductos juntos para una misma salida o a una sola cajilla. Sin cajilla.	
	Con 2Ø=½”.	#
	Con 1Ø=¾”+1Ø=½”.	#

- 11.A.16 Similar al anterior, para iluminación externa, por zonas duras o patios internos. Ducto pvc f¹/₂". #
- 11.B INFRAESTRUCTURA ELEMENTAL ELECTRICA PARA PISOS SUPERIORES.**
- 11.B.1 Niples o pedazos de ducto pvc pasantes por placas, vigas, vigetas o riostras, según especificación. Parte superior de nicle, taponado.
- Con 1Ø=2". #
- Con 1Ø=1½". #
- Con 1Ø=1¼". #
- Con 1Ø=1". #
- Con 1Ø=¾". #
- Con 1Ø=½". #
- Con 2Ø=½". Juntos. #
- 11.B.2 Igual al anterior para placa de 4to. Nivel, con ductos formando curva y contracurva.
- Con 1Ø=1". #

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, Claudia María y GUAÚÑA, Sandra Lucía. Rendimientos Reales De Mano De Obra Y Equipos Para Vivienda De Interés Social Desarrollados En La Urbanización Villa Del Viento, Popayán Cauca, Tesis FIC, 2002.
- CONSUEGRA, J Guillermo. Presupuestos de Construcción.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 1ª etapa facultad de ciencias contables económicas y administrativas)
- FONT MAYMÓ, J. Rendimientos y valoraciones de obras. 2 ed. Madrid. Dossat, 1948.
- MUÑOZ MUÑOZ, Luis Orlando. Los Costos de la Construcción. Universidad del Cauca. Publicación 1991.
- REIFER, Samuel. Factores de Consistencia de Costos y Precios Unitarios. UNAM.1976
- SANCHEZ RODRÍGUEZ, Manuel. Control de Costos en la Construcción. 13 Ed. Barcelona: CEAC, 1977.
- SÁNCHEZ, Manuel. Control de costos en la construcción. Barcelona. Ediciones CEAC, S.A., 1983.
- SUÁREZ SALAZAR, Carlos. Costo y Tiempo en Edificación. Limusa, México, 1996