



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO REDISEÑO Y AMPLIACIÓN
DEL SISTEMA DE AAPP PARA EL SITIO SAN AGUSTÍN APLICANDO EL CPM

TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

PINDO VELEPUCHA ALEX FABRICIO

MACHALA – EL ORO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, PINDO VELEPUCHA ALEX FABRICIO, con C.I. 0705462471, estudiante de la carrera de INGENIERIA CIVIL de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA CIVIL de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, en calidad de Autor del siguiente trabajo de titulación PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO REDISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AAPP PARA EL SITIO SAN AGUSTÍN APLICANDO EL CPM

- Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera EXCLUSIVA.

- Cedo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA de forma NO EXCLUSIVA con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra al repositorio digital institucional para su democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
 - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso de internet, así como incorporar cualquier sistema de seguridad para documentos electrónicos, correspondiéndome como Autor(a) la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

Machala, 30 de noviembre de 2015



PINDO VELEPUCHA ALEX FABRICIO
C.I. 0705462471

DEDICATORIA

A mis padres Antonio Pindo y Dolores Velepucha, a mis hermanos Stalin, Karina (+), Carolina y Jeleny que me han dado el apoyo incondicional durante toda mi carrera estudiantil, inculcándome valores como la responsabilidad y el trabajo; me han brindado toda su confianza y apoyo para superar momentos difíciles de mi vida y así lograr todo lo que me propuesto; me faltan palabras para agradecerles todo lo que han hecho para que me supere, para ellos les dedico este trabajo.

AGRADECIMIENTO

En estos momentos que estoy terminando una etapa muy importante de mi vida, la cual me costó mucho concluir quiero agradecer principalmente a Dios por mantenerme con salud, por darme una familia maravillosa y darme fortaleza en todos los momentos de mi vida, a mis padres y hermanos que siempre están apoyándome emocionalmente y económicamente, a mis tíos y toda mi familia que de alguna manera me brindaron su apoyo para poder cumplir mi tan anhelada meta.

A mis compañeros y profesores que siempre estaban prestos a brindarnos sus enseñanzas con los que compartí momentos que quedaran gravados eternamente ya que más que profesores y compañeros fueron amigos con los cuales aprendimos y crecimos en el ámbito personal y educativo.

A la Universidad Técnica de Machala por abrirme sus puertas y permitirme formarme y cumplir mi meta de ingeniero civil.

RESUMEN

Tema: Planeación y programación del proyecto “Rediseño y Ampliación del sistema de agua potable para el sitio San Agustín” aplicando el CPM.

AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Alex Fabricio Pindo Velepucha.

DOCENTE

Ing. Ángel Antonio Carrillo Landín.

En el presente trabajo se desarrolla la programación de una obra civil. En este caso el proyecto de sistema de agua potable en la cual a partir del análisis del presupuesto y cantidades de obra se realizó la planeación y programación. Para su solución se empleó el método CPM o Método de la Ruta Crítica que se presenta por medio de un diagrama o red cuyo objetivo es de minimizar el tiempo de realización del proyecto. Este método se ha convertido en una herramienta importante y aplicable ya que nos permite planificar programar e interpretar los resultados a través de los cronogramas de una manera fácil y ordenada. Espero que este trabajo que he realizado sirva como apoyo a nuestra labor académica y profesional. Que nos pueda servir para aprender a realizar la programación de diferentes procesos constructivos.

Abstract:

In this paper the scheduling of a civil work develops. In this case the draft system in which water from the analysis of the budget and amounts of planning and programming work was performed. For resolution or the CPM critical path method method presented by a diagram or network whose aim is to minimize the time of completion of the project was used. This method has become an important and applicable tool that allows us to plan and program and interpret the results using the timetables in an easy and orderly manner. I hope this work I have done will serve as support for our academic and professional work. That we can serve to learn how to perform the programming of different construction processes.

Palabras claves: Presupuesto-Planeación-Programación- Método de la ruta crítica- cronogramas.

INDICE

	PAG.
INTRODUCCIÓN.....	01
PRESUPUESTO Y PROGRAMACION.....	02
CANTIDAD DE OBRA.....	02
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU).....	02
COSTOS DIRECTOS.....	02
COSTOS INDIRECTOS.....	02
PRESUPUESTO.....	02
DURACIÓN DE RUBROS.....	03
TABLA DE SECUENCIAS.....	04
RUTA CRÍTICA.....	04
PLANEACIÓN.....	04
PROGRAMACIÓN.....	05
CONTROL.....	05
DETERMINACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA.....	05
CONCLUSIONES.....	07
BIBLIGRAFIA.....	08
ANEXOS 01 (CANTIDADES DE OBRA).....	09
ANEXOS 02 (ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS).....	13
ANEXO 03 (DESGLOSE DE COSTO DIRECTO).....	39
ANEXO 04 (PRESUPUESTO DE OBRA).....	40
ANEXO 05 (DURACIÓN DE RUBROS).....	41
ANEXO 06 (RUTA CRÍTICA).....	42
ANEXO 07 (EVALUACIÓN DE TIEMPOS Y FLOTANTES.....	43
ANEXO 08 (DIAGRAMA DE BARRAS IMP-TMP).....	44
ANEXO 09 CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO.....	45
ANEXO 10 (AVANCE FÍSICO PROGRAMADO).....	46
ANEXO 11(CRONOGRAMA DE UTILIZACION DE MANO DE OBRA)...	47
ANEXO 12 (CRONOGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS).....	48
ANEXO 13 (CRONOGRAMA DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES).....	49

INTRODUCCIÓN

La planeación y programación de Obras Civiles es importante para analizar, crear, organizar y elaborar cronogramas de obras civiles, en el presente trabajo consta los datos del presupuesto y análisis de precios unitarios, a partir de estos datos generados se elaboró la planeación y programación del proyecto rediseño y ampliación del sistema de agua potable para el sitio San Agustín, en el cual utilizaremos el método CPM (CriticalPathMethod) o también conocido como método de la ruta crítica que es la representación del proyecto en un diagrama o red, que describe la secuencia e interrelación de todas las componentes del proyecto, así como el análisis lógico para la completa determinación del mejor programa de operación, el diagrama de la ruta crítica nos indicara claramente las operaciones que controlan la ejecución fluida de los trabajos, durante la construcción el diagrama provee una información precisa de los efectos de cada variación o retraso en el plan adoptado, permitiéndole así identificar las operaciones que requieran cambios.

El presente trabajo tiene como objetola determinación de duración de tareas, el tiempo de duración en la ejecución de la obra elaborando el diagrama de la ruta crítica y la elaboración de diversos tipos de cronogramas, el análisis, elaboración, creación y organización de las tareas y recursos necesarios, tomando en consideración el tiempo, costo y la información que consta en los análisis de precios unitarios.

PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN

CANTIDAD DE OBRA

Las cantidades de obra deben ser calculadas tomando como base los diferentes planos, realizados para la presentación del proyecto, los cuales explican muy claramente los detalles de obra que se construirán.

A través de estas cantidades, obtenemos una imagen clara de la magnitud del proyecto en estudio, en cuanto se refiere a volúmenes de excavación, longitud de tuberías, volúmenes de relleno, etc.

En el cuadro de Presupuesto General se muestran las cantidades de obras, estos datos fueron asignados por parte del docente que plante el presente problema.

(Cantidades de obra inserto en Anexo N° 01).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

El análisis de precios unitarios nos proporciona el costo por unidad que tiene cada rubro, por lo tanto es necesario analizar minuciosamente, cada uno de los elementos que se necesitan para elaborar dicho rubro, así tenemos Equipo, mano de obra, materiales, rendimientos, etc, estos datos fueron asignados por parte del docente que emitió el presente problema.

(Análisis de Precios Unitarios inserto en Anexo N° 02)

COSTOS DIRECTOS.-

Se considera como costos directos, la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proceso. Los costos directos para el presente proyecto se encuentran calculados de acuerdo a cada rubro.

COSTOS INDIRECTOS.-

Los costos indirectos comprenden la suma de costos técnicos administrativos que son necesarios en la realización de un proceso productivo, los costos indirectos están compuestos por:

- a) Dirección técnica y administrativa
- b) Garantías e intereses.
- c) Utilidades
- d) Imprevistos.

Los costos indirectos para el presente proyecto son de 23%, dato asignado por parte del docente que emitió el problema.

(Desglose de costos indirectos inserto en Anexo N°03)

PRESUPUESTO.-

Se realiza con base en los planos y en las especificaciones técnicas del proyecto, además de otras condiciones de ejecución, previamente se realiza el APU.

“Una actividad es un paso concreto, necesario para conseguir el objetivo del proyecto, de tal forma que terminada se podrá medir y cuantificar para efectos de control de avance del proyecto”(1)

Detallamos la lista de actividades numeradas y con su respectiva unidad de medidas, además de la cantidad, precio unitario y precio total por cada actividad, la suma de

todas estas cantidades nos dará el presupuesto referencial del proyecto, el presupuesto para el presente proyecto será de \$ 292794,29 doscientos noventa y dos mil setecientos noventa y cuatro con, 29/100 dólares

(Presupuesto inserto en Anexo N° 04)

DURACIÓN DE RUBROS

Una vez obtenida las actividades a realizarse, ahora es necesario determinar la duración de la actividad o tiempo estimado para terminar la misma.

El obtener una estimación razonable de la duración de la actividad es vital para la exactitud global del programa de fechas. Las duraciones se estiman en horas, turnos, días, semanas o meses, dependiendo de la naturaleza del proyecto. Mientras más información se tenga disponibles con respecto a los detalles del proyecto, más exacta será la duración estimada de sus actividades constituyentes. Una actividad con una duración inicial expresada en meses puede representarse en días conforme se tienen disponible más detalles.

La duración se la calcula de manera directa. Dada una cantidad definida de trabajo y el tamaño de la cuadrilla disponible (número de grupos), el tiempo requerido para realizar el trabajo se la determina dividiendo su cantidad entre el rendimiento o productividad de la cuadrilla.

El rendimiento o productividad implica la tasa esperada o promedio del trabajo realizado por unidad de tiempo, las mismas que pueden ser obtenidas mediante registros publicados sobre productividad o mediante la experiencia en proyectos anteriores, no se toma en cuenta el tiempo extra, huelgas, entradas tardías, mal tiempo y otras demoras.

$$\text{Duración} = \frac{\text{Cantidad de trabajo}}{\text{productividad (rendimiento x número de grupos)}}$$

(Duraciones de rubros inserto en Anexo N°05)

TABLA DE SECUENCIAS

Antes de elaborar la tabla de secuencia, en el presente proyecto se realizó una reducción en la lista de actividades con el fin minimizar la programación de obra, los rubros se los minimizó debido a que se relacionan entre sí, la lista de actividades se la redujo de la siguiente manera:

Reducción de lista de actividades que se relacionan entre sí.

item	Actividad Reducida	item	Lista de Actividades	unidad
8	Suministro e instalación de accesorio	8	Sum.einst.de Tee PVC D = 63 mm.	U
		9	Sum.einst.de Tee PVC De 110 a 63 mm.	U
		10	Sum.einst.de Tee PVC De 160 a 110 mm.	U
		11	Sum.einst.de Cruz PVC 63 mm.	U
		12	Sum.einst.de Cruz PVC De 90 a 63 mm.	U
		13	Sum.einst.de Cruz PVC De 160 a 90 mm.	U
		14	Sum.einst.de Codo PVC 63 mm. (90 °)	U
		15	Sum.einst.de Codo PVC 63 mm. (45 °)	U
		16	Sum.einst.de Reductor PVC De 90 a 63 mm.	U
		17	Sum.einst.de Reductor PVC De 110 a 90 mm.	U
		18	Sum.einst.de Unión PVC De 160 mm.	U

Como se puede apreciar en la tabla 01 las actividades del 8 al 18 se relacionan entre sí, por lo que se procedió a reducirlo en un único rubro que nombraremos “suministro e instalación de accesorios”, de esta manera nos facilita la planeación y programación del proyecto.

La tabla de secuencia son las relaciones esenciales entre todas las actividades, analizamos cada actividad teniendo en cuenta tres aspectos que son: las actividades precedentes o las actividades que se tiene que realizarse antes, actividades pueden realizarse simultáneamente o y por último que actividades precedente o las que se debe realizar una vez concluida la anterior, la tabla de secuencia que se elaboró para el presente proyecto es la siguiente:

Tabla de secuencias

ITEM	DESCRIPCION	%	INMEDIATA ANTERIOR	SIMULTANEA	INMEDIATA POSTERIOR
1	Replanteo y Nivelación	100	-	-	2
2	Excavación de zanja (0,60 m x 1 m)	100	1	-	3 - 4
3	Preparación de fondo de zanja	100	2	4	7
4	Sum.e inst. de tubería D = 63 mm. PVC 1,0 Mpa.	100	2	3	5
5	Sum.e inst. de tubería D = 90 mm. PVC 1,0 Mpa.	100	4	-	6
6	Sum.e inst. de tubería D = 110 mm. PVC 1,0 Mpa.	100	5	7	8
7	Sum.e inst. de tubería D = 160 mm. PVC 1,0 Mpa.	100	3	6	8
8	Suministro e Instalación de Accesorios	100	6 - 7	-	19
19	Sum.e inst. de válvula de 160 mm.	100	8	-	20
20	Relleno compactado de zanja con material del S	100	19	-	21
21	Desalojo de material sobrante	100	20	-	22
22	Sum. e Instalación de Válvula 63 mm.	100	21	-	23
23	Conexiones Domiciliarias	100	22	-	24
24	Bocas de fuego	100	23	-	25
25	Hormigón f 'c = 210 kg/cm2 para caja de válvul	100	24	-	-

Existen dos métodos que se utiliza para la programación de obras tenemos:

- Método de Gantt.- llamado también método de diagrama de barras.
- Método de la Ruta Crítica.- Denominado también CPM (CriticalPathMethod), que será el método que utilizaremos para la resolución del presente problema.

RUTA CRÍTICA

“El método de la ruta crítica o de la cadena critica CPM (CriticalPathMethod), fue desarrollado en Estados Unidos por la empresa E. I Dupont es muy parecido al PERT, y más contemporáneos. En 1956, la firma Dupont de Nemours realizaba proyectos de construcción y ampliación de sus fábricas”(1)

Entre los objetivos del método CPM, está en determinar un sistema de programación y control que permita conocer las actividades que definan la duración de un proceso productivo, para ello hace uso de la planeación, programación, y el control.

PLANEACIÓN; Incluye la definición de las actividades o tareas a realizarse para el desarrollo del mismo, sus duraciones, asignación de recursos, relación entre las actividades y presupuesto.

“Se debe desglosar el proyecto en partes, proceso o actividades necesarias para llevar a cabo el mismo. Determinar la secuencia de las actividades, porque es obvio que no todas las tareas se van a desarrollar en un mismo tiempo, ni en un escrito orden”.(2)

PROGRAMACIÓN; es la elaboración de gráficos o tablas que indiquen la duración, el tiempo de indicación y finalización de cada actividad.

CONTROL; “Presentación de informes periódicos destinados a las personas interesadas en el proyecto y con distintos niveles de detalle, comparar lo programado con lo realizado y hacer las modificaciones necesarias de acuerdo a las circunstancias. Importantísimo para diferentes etapas del mismo” (2)

El presente proyecto de acuerdo al diagrama elaborado tendrá una duración de 120 días, este método tiene como objeto encontrar el mínimo tiempo de realización de un proyecto,

El proyecto se puede representar por medio de un diagrama de red o diagrama de flechas o segmentos dirigidos. Para la construcción de este gráfico, se debe tener en consideración los siguientes indicadores:

1. Las actividades se representan por medio de segmentos o flechas.
2. Los segmentos dirigidos hacia un lado representan las actividades que se determinan antes que se inicien aquellas representadas por los segmentos dirigidos que parten del mismo, en la parte superior del segmento va anotado el número de actividad y en la parte inferior su duración.
3. Los segmentos o flechas poseen dos círculos llamados eventos; el primero indica el inicio de las actividades y el otro se denomina terminación de la actividad, generalmente en el mismo nudo se inician o terminan varias actividades.

DETERMINACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA

Para determinar la ruta crítica se debe conocer el tiempo más posible de duración de cada actividad y la siguiente metodología.

1. Los círculos poseen tres divisiones: la división superior indica el número de evento, en la división inferior izquierda se anota la primera fecha de inicio y en la división inferior derecha se escribe la terminación más tardía.
2. La primera fecha de terminación es la suma de la primera fecha de inicio más el tiempo de duración de la actividad. Si al nudo concurren varias actividades, el valor de la primera fecha de terminación ocupa la posición de la primera fecha de inicio.
3. Calculada la primera fecha de inicio en todos los nudos, colocamos en el último nudo en la posición de la última fecha de terminación el valor que se obtiene para la primera fecha de inicio para cada actividad, considerando la última fecha de terminación menos el tiempo de duración de la actividad; si al nudo concurren varias flechas el mínimo valor será el que tomemos en cuenta, siguiendo con este proceso hasta el primer evento.
4. La ruta crítica se la acentúa con doble línea y por aquellos eventos donde la primera fecha de terminación más próxima es igual a la fecha de terminación más tardía o sea no hay holgura.
5. Para la obtención de la ruta crítica, se elabora un cuadro constando el mismo con columnas que en forma detallada y con la formulación adecuada se

encuentran todos los parámetros necesarios para obtener la ruta crítica, señalando que los eventos críticos son aquellos en que los flotantes: libres, totales e independientes se igualan a cero.

Significado de las siglas de las formulaciones aplicadas:

IMP = Iniciación más próxima

IMT = Iniciación más tardía.

TMP = terminación más próxima.

TMT = Terminación más tardía.

FT = Flotante total.

FL = Flotante libre.

FI = Flotante independiente.

D = Duración.

FORMULACIÓN

$IMP = TMP - D$

$IMT = TMT - D$

$FT = TMT - TMP$

$FL = IMP$ (De la siguiente actividad) – TMP (de la actividad en cuestión)

$FI = FT - FL$

VENTAJAS DEL CPM(4)

- Especialmente útil para el control y programación de grandes proyectos.
- Concepto directo y sin complejidad matemática.
- El análisis de la ruta crítica ayuda a detectar las actividades que requieren una vigilancia estrecha.
- Se aplica a una amplia variedad de proyectos
- Útil para supervisar costos

(Diagrama de ruta crítica inserto en anexo N° 06)

(Tiempos y flotantes inserto en anexo N° 07)

Diagrama De Barras Imp – Tmp (Anexo N° 08)

Cronograma Valorado De Trabajo (Anexo N° 09)

Avance Físico Programado (Anexo N° 10)

Cronograma De Utilización De Mano De Obra (Anexo N° 11)

Cronograma De Utilización De Equipo (Anexo N° 12)

Cronograma De Utilización De Materiales(Anexo N°13)

CONCLUSIONES

Una vez realizado todos los cálculos se ha determinado que el tiempo de duración del proyecto será de 120 días calendarios el presupuesto referencial de la obra es de \$ 292794,29, la duración del proyecto fueron calculados con el método CPM (Método de la ruta crítica) es un método muy usado en todo tipo de proyectos de construcción por su fácil que nos permite llevar una secuencia lógica y ordenada de manera que minimiza el tiempo de duración del proyecto.

Se efectuó la planeación proyecto analizando minuciosamente las actividades a realizarse, en el presupuesto constan 25 rubros pero se logró reducir la cantidad a 15 rubros debido a que estaban relacionadas. Durante la planeación se realizó las siguientes actividades.

- Listado de actividades
- Duración de rubros
- Tabla de secuencias

En la programación se elaboraron gráficos o tablas indicando la duración de cada actividad, el tiempo de finalización de cada rubro, la programación se la realizo de la siguiente manera:

- Diagrama de ruta crítica, se identificó las actividades criticas también obtuvimos el tiempo de duración del proyecto
- Tabla de tiempos y flotantes.
- Diagrama de barras IMP-TMP
- Cronograma valorado de trabajo y avance físico programado, estos diagramas nos ayuda a estimar el dinero que se necesitara ya sea por cada mes o quincena, asi mismo nos ayuda a planificar la cantidad de obra a construirse de manera mensual o quincenal o de acuerdo como pase e tiempo de trabajo.
- Cronograma de utilización de mano de obra que son \$17853,29
- Cronograma de utilización de equipo que son \$36007,3
- Cronograma de utilización de materiales que son \$184297,86

Con la utilización del CPM(CriticalPathMethod) se pudo trabajar de manera fácil, ordenada y se obtuvo resultados satisfactorios.

BIBLIOGRAFÍA

1 Lopez SAA. [Online].; Septiembre del 2007 [cited 2015 Octubre 21. Available from: <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Xa9QjNNHLHwC&oi=fnd&pg=PA15&dq=PROGRAMACION+DE+OBRAS+CIVILES&ots=geDbgeMau4&sig=VCeAMm6llu-wUAuzzEsArtJ0DgM#v=onepage&q=PROGRAMACION%20DE%20OBRAS%20CIVILES&f=false>.

2 <http://www.bdigital.unal.edu.co/1385/1/70750530.19971.pdf>. [Online].

.

3 <http://www.bdigital.unal.edu.co/1385/2/70750530.19972.pdf>. [Online].

.

4 Heizer J. [Online]. [cited 2015 Octubre 20. Available from: https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=jVlwSsVHUfAC&oi=fnd&pg=PA53&dq=CPM+DIAGRAMA+DE+RUTA+CRITICA&ots=FoD9bY1j5G&sig=a-csveAgNcrpJLf9lxld5a_4xll#v=onepage&q=CPM%20DIAGRAMA%20DE%20RUTA%20CRITICA&f=false.

5 Ahujar-Walsh. Ingeniería de Costos y Administración de proyectos: Alfaomega.

.

Urkund Analysis Result

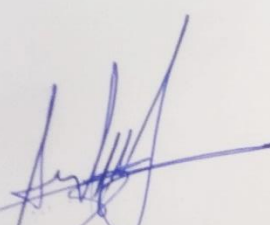
Analysed Document: Trab. Titulación urkund.docx (D16381836)
Submitted: 2015-11-25 17:19:00
Submitted By: pindo_1309@hotmail.com
Significance: 7 %

Sources included in the report:

Gia Francis Cap-7.pdf (D12244435)
CESAR AGUILAR PARTE 17 .docx (D11799296)
TESIS PATRICIO ESPINOZA PAG. (95-119).pdf (D12463664)
<http://operaciones-lye.blogspot.com/2010/12/ventajas-y-limitaciones-de-las-tecnicas.html>

Instances where selected sources appear:

6



Ing. Angel Carrillo Landin
PROFESOR TITULAR UAIC
C.I. **070121066-8**