



CURSO/GUÍA PRÁCTICA DEL MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA EN LA CONSTRUCCIÓN (CRITICAL PATH METHOD (CPM))





Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?.....	21
Introducción	22
PARTE PRIMERA	24
Método de la ruta crítica en la construcción (Critical path method (CPM)).....	24
Capítulo 1. Introducción Método de la Ruta Crítica (CPM).....	24
1. Definición y conceptos básicos del Método de la Ruta Crítica (CPM).....	24
Actividad.....	25
Evento	25
Nodo.....	25
Ruta Crítica	25
2. Historia y desarrollo del CPM	25
3. Importancia y beneficios del CPM en la construcción	26
Planificación eficaz	26
Identificación de problemas potenciales	26
Optimización de recursos	26
4. Aplicabilidad del CPM en la industria de la construcción	26
Construcción de edificios residenciales y comerciales.....	27
Proyectos de infraestructura.....	27
Renovaciones y remodelaciones	27
Proyectos de construcción industrial	27
5. Fundamentos del CPM	28
a. Concepto de ruta crítica	28
b. Actividades, eventos y nodos en el CPM.....	28
Actividades.....	28
Eventos.....	28
Nodos.....	28
c. Flujos de tiempo y costes en el CPM	28
d. Diagrama de red del CPM.....	29
6. Holguras en el CPM	29
7. Análisis de sensibilidad en el CPM	29
8. Proceso del CPM en la Construcción	31
a. Definición de actividades y secuencia	31
b. Creación del diagrama de red	31
c. Estimación de duración de actividades	31
d. Identificación de la ruta crítica	32
e. Cálculo de tiempos tempranos y tardíos	32
f. Análisis de holgura	32
9. Gestión de Riesgos con CPM.....	33
a. Análisis de riesgo en la construcción	33
b. Uso del CPM para gestión de riesgos	33
c. CPM probabilístico vs determinístico	34



10. Software y herramientas para el CPM	34
a. Visión general de las herramientas de software CPM.....	34
b. Uso de Microsoft Project para el CPM	34
c. Uso de Primavera P6 para el CPM	35
d. Comparación y selección de herramientas de software para el CPM.....	35
11. Casos Prácticos de Aplicación del CPM en la Construcción	35
Caso práctico 1: Construcción de una vivienda unifamiliar.....	35
Caso práctico 2: Construcción de un edificio de oficinas	36
Caso práctico 3: Proyecto de construcción de infraestructuras.....	37
Caso práctico 4: Rehabilitación de un edificio histórico.....	38
Caso práctico 5: Proyecto de urbanización	38
12. Análisis y lecciones aprendidas de los casos prácticos	39
Personalización del CPM	39
Importancia de las estimaciones precisas	39
Valor de la gestión de riesgos.....	39
Uso del software CPM	39
Actualización continua	40
13. Limitaciones y desafíos del CPM	40
a. Limitaciones del CPM	40
Predicciones perfectas.....	40
Dependencias estáticas.....	40
No considera la disponibilidad de recursos	40
b. Desafíos en la aplicación del CPM	40
Estimación de la duración de las actividades.....	40
Gestión de los cambios	41
Necesidad de experiencia	41
c. Soluciones y estrategias para superar limitaciones y desafíos	41
Uso de estimaciones de duración probabilísticas.....	41
Uso de técnicas de gestión de recursos	41
Formación continua	41
Uso de software de gestión de proyectos	41
14. El Futuro del CPM en la Construcción.....	42
a. Tendencias actuales y emergentes en el CPM	42
b. La integración del CPM con la tecnología de la construcción	42
c. El impacto de la IA y la automatización en el CPM	42
15. Conclusiones preliminares.....	43
a. Resumen y reflexiones finales	43
b. Recomendaciones para futuras investigaciones y desarrollos en CPM	43
Capítulo 2. Método de la ruta crítica en la construcción (Critical path method (CPM)).....	45
1. ¿Qué es el método de la ruta crítica (Critical path method (CPM))?	45
a. Antecedentes.....	45
b. Concepto: el método de la ruta crítica es una técnica	46
c. El método de la ruta crítica (CPM) es un algoritmo.....	46
2. ¿Por qué utilizar el método de la ruta crítica?	47
a. Mejora la planificación futura	47
b. Facilita una gestión de recursos más eficaz	47
c. Ayuda a evitar cuellos de botella	47



3. ¿Por qué es tan importante para el Project Manager encontrar la ruta crítica de un proyecto?	48
4. Elementos clave de CPM	49
a. Hora de inicio más temprana (Earliest start time ES).....	49
b. Última hora de inicio (Latest start time LS)	49
c. Hora de finalización más temprana (Earliest finish time EF)	49
d. Hora de finalización más tardía (Latest finish time LF)	49
e. Flotación (Float).....	49
5. Caso práctico aplicado a la utilización del método de la ruta crítica. Construcción de un Edificio de Oficinas-	50
A. Mejora la planificación futura	50
B. Facilita una gestión de recursos más eficaz	50
C. Ayuda a evitar cuellos de botella	51
6. Caso práctico de justificación de que el Project Manager encuentre la ruta crítica de un proyecto. Renovación de un Hotel Histórico	51
Control del Programa del Proyecto	51
Optimización de Recursos	52
Gestión de Riesgos	52
7. Caso práctico relativo a los elementos clave de CPM. Ampliación de una Línea de Producción en una Fábrica.....	52
a. Hora de inicio más temprana (Earliest Start Time, ES)	53
b. Última hora de inicio (Latest Start Time, LS)	53
c. Hora de finalización más temprana (Earliest Finish Time, EF)	53
d. Hora de finalización más tardía (Latest Finish Time, LF)	53
e. Flotación (Float).....	53
Capítulo 3. ¿Cómo calcular la ruta crítica en la gestión de proyectos?.....	54
1. ¿Cómo calcular la ruta crítica en la gestión de proyectos?	54
2. El uso del método de la ruta crítica en un proyecto	55
a. Definir el alcance del proyecto	55
b. Análisis e identificación del camino crítico.....	55
c. Diferentes caminos de proyecto.....	55
3. Aplicaciones adicionales de CPM	56
a. Fast Track (construcción rápida).....	56
b. Crashing	56
4. ¿Cuáles son las limitaciones de recursos y por qué son importantes?	57
a. Ruta crítica de recursos (resource critical path (RCP))	57
b. Tecnología de planificación de proyectos RCP	58
Paso 1. Estimación del riesgo	58
Paso 2. Estimación de la tolerancia al riesgo	58
Paso 3. Cálculo del cronograma objetivo	58
Paso 4. Cálculo de reservas de contingencia de tiempo, material y coste	59
c. Cálculo de la duración del proyecto	59
d. Flexibilidad teórica en el Método de la Ruta Crítica para un mundo inflexible	59
5. Caso práctico para calcular la ruta crítica en la gestión de proyectos. Construcción de un complejo de apartamentos de lujo.....	60
a. Definir el alcance del proyecto	60
b. Análisis e identificación del camino crítico.....	60



c. Diferentes caminos de proyecto.....	60
6. Caso práctico sobre las aplicaciones adicionales de CPM. Construcción de un nuevo hospital	61
a. Fast Track (construcción rápida).....	61
b. Crashing	61
7. Caso práctico sobre las limitaciones de recursos. Expansión de una Planta Industrial	62
a. Ruta crítica de recursos (Resource Critical Path, RCP)	62
b. Tecnología de planificación de proyectos RCP	63
c. Estimación y gestión de riesgos	63
Paso 1. Estimación del riesgo	63
Paso 2. Estimación de la tolerancia al riesgo	63
Paso 3. Cálculo del cronograma objetivo	63
Paso 4. Cálculo de reservas de contingencia de tiempo, material y coste	63
d. Cálculo de la duración del proyecto	63
Definición de actividades	63
Secuenciación de actividades	64
Estimación de la duración de las actividades	64
Creación del diagrama de red del proyecto	64
Identificación de la ruta crítica	64
Cálculo de la duración del proyecto	64
e. Flexibilidad teórica en el Método de la Ruta Crítica para un mundo inflexible	64
Capítulo 4. Pasos de la ruta crítica.....	66
Paso 1: Establecer cada actividad	66
a. La lista de actividades	66
b. Identificar tareas dependientes	66
c. Cronología estimada	67
Paso 2: Definir la secuencia de actividades	67
Paso 3: Crear el diagrama de red de actividades	67
Paso 4: Determinar el tiempo de finalización de la actividad	68
a. Estimar la duración de cada actividad	68
b. Usar el Algoritmo de Ruta Crítica	68
Pase adelante	68
Pase hacia atrás	69
Paso 5: Identificar la ruta crítica	69
a. El cálculo de la ruta crítica	69
b. Calcular el flotador (float)	70
Paso 6: actualizar el progreso de la ruta crítica	71
Paso 7. Revisar durante la ejecución.....	71
Casos prácticos de análisis de los pasos de la ruta crítica.....	72
a. Construcción de una pequeña urbanización residencial	72
Paso 1: Establecer cada actividad	72
Paso 2: Definir la secuencia de actividades	72
Paso 3: Crear el diagrama de red de actividades	72
Paso 4: Determinar el tiempo de finalización de la actividad	73
Paso 5: Identificar la ruta crítica	73
Paso 6: Actualizar el progreso de la ruta crítica	73
Paso 7: Revisar durante la ejecución	73



b. Construcción de un Complejo Residencial	73
Paso 1: Establecer cada actividad.	73
Paso 2: Definir la secuencia de actividades	74
Paso 3: Crear el diagrama de red de actividades	74
Paso 4: Determinar el tiempo de finalización de la actividad	74
Paso 5: Identificar la ruta crítica	74
Paso 6: Actualizar el progreso de la ruta crítica	74
Paso 7: Revisar durante la ejecución	74
Capítulo 5. Método de la ruta crítica frente al PERT.....	76
1. Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos (PERT) (Program Evaluation Review Technique (PERT))	76
a. ¿Qué es un gráfico de técnica de revisión de evaluación de programas (PERT)?	76
b. ¿Cómo funciona un gráfico PERT?.....	76
c. Interpretación de gráficos PERT	77
2. Diferencia entre PERT y CPM	78
3. Ventajas y desventajas de los gráficos PERT	79
a. Ventajas	80
b. Desventajas	80
4. Utilización de estimaciones para encontrar un rango para la duración de una actividad.....	81
5. Caso práctico de aplicación de la Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos (PERT) (Program Evaluation Review Technique (PERT)).....	82
a. ¿Qué es un gráfico de técnica de revisión de evaluación de programas (PERT)?	82
b. ¿Cómo funciona un gráfico PERT?.....	82
c. Interpretación de gráficos PERT	83
6. Caso práctico de aplicación de la diferencia entre PERT y CPM. Construcción de una vivienda unifamiliar y una línea de producción de casas prefabricadas.	83
Enfoque	83
Estimación del tiempo	83
Manejo de la incertidumbre	84
Proyecto de construcción de una vivienda unifamiliar (PERT) de la construcción de una vivienda unifamiliar y una línea de producción de casas prefabricadas.....	84
Estimación del tiempo	84
Manejo de la incertidumbre	84
Línea de producción de casas prefabricadas (CPM)	85
Estimación del tiempo	85
Ruta crítica	85
7. Caso práctico de las ventajas y desventajas de los gráficos PERT	85
a. Ventajas de los gráficos PERT	85
Gestión de la incertidumbre	85
Identificación de la ruta crítica	85
Facilita la planificación y el control	85
Identificación de tareas críticas y no críticas	86
b. Desventajas de los gráficos PERT	86
Estimaciones subjetivas	86
Complejidad	86
Falta de enfoque en los costos	86
Necesidad de actualización frecuente	86



8. Caso práctico de utilización de estimaciones para encontrar un rango para la duración de una actividad	86
Estimación Optimista (O)	87
Estimación Más Probable (M)	87
Estimación Pesimista (P)	87
Capítulo 6. Método de la ruta crítica frente a diagrama de Gantt	88
1. ¿Qué es un diagrama de Gantt?.....	88
2. Comprender los diagramas de Gantt.....	89
3. Beneficios de un diagrama de Gantt	89
4. El método más común para visualizar el CPM es el Diagrama de Gantt.	90
a. ¿Para qué se utilizan los diagramas de Gantt?	90
b. El diagrama de Gantt es una excelente herramienta para mostrar el progreso esperado.	90
c. Un diagrama de Gantt puede actuar como un cronograma de ruta crítica	91
5. Diferencias entre la ruta crítica (CPM) y el diagrama de Gantt	91
6. Caso práctico para visualizar el CPM es el Diagrama de Gantt.....	92
a. ¿Para qué se utilizan los diagramas de Gantt?	92
b. El diagrama de Gantt es una excelente herramienta para mostrar el progreso esperado.	92
c. Un diagrama de Gantt puede actuar como un cronograma de ruta crítica.	92
d. Diferencias entre la ruta crítica (CPM) y el diagrama de Gantt.....	92
Enfoque.....	93
Información Presentada.....	93
Manejo del Tiempo	93
e. Caso Práctico 1: Renovación de una Casa Histórica	93
Uso del Diagrama de Gantt	93
Uso de la Ruta Crítica	94
f. Caso Práctico 2: Construcción de un Edificio de Oficinas.....	94
Uso del Diagrama de Gantt	94
Uso de la Ruta Crítica	94
PARTE SEGUNDA.....	95
Planificación en la construcción.....	95
Capítulo 7. Planificación en la construcción.	95
1. ¿Qué es la planificación de la construcción?.....	95
2. ¿Por qué es importante la planificación de la construcción?	96
a. Se asegura de que el proyecto esté a tiempo y dentro del presupuesto.....	96
b. Maximiza la productividad y la eficiencia.....	96
c. Mejor distribución del tiempo	96
d. Mejora la seguridad y el abastecimiento en el proyecto.	96
3. ¿Quién participa en la planificación de la construcción?	97
a. Cliente y financiador	97
b. Contratista.....	97
c. Consultores	97
d. Proveedores	98
e. Ingenieros y arquitectos	98
4. Las etapas de la planificación de la construcción.	98



a. Describir los elementos clave de un proyecto.....	98
b. Secuencia de actividades.....	98
c. Duración.....	98
d. Planificación de recursos.....	99
e. Crea un cronograma y un presupuesto	99
f. Identificar permisos de construcción	99
g. Seleccionar el equipo del proyecto	99
5. ¿Cómo planificar la construcción?	99
a. Iniciación.....	100
b. Tareas de trabajo.....	100
c. Recursos materiales.....	100
d. Recursos laborales.....	100
e. Coste estimado	101
f. Secuencia y planificación	101
g. Resumen de la evaluación	101
6. Caso práctico aplicado a las etapas de la planificación de la construcción. Construcción de un Centro Comercial.....	102
a. Describir los elementos clave del proyecto	102
b. Secuencia de actividades.....	102
c. Duración.....	102
d. Planificación de recursos.....	102
e. Crear un cronograma y un presupuesto	103
f. Identificar permisos de construcción	103
g. Seleccionar el equipo del proyecto	103
7. Caso práctico sobre la planificación de la construcción. Construcción de un complejo de apartamentos.....	103
a. Iniciación.....	103
b. Tareas de trabajo.....	104
c. Recursos materiales.....	104
d. Recursos laborales.....	104
e. Coste estimado	104
f. Secuencia y planificación	104
g. Resumen de la evaluación	104
Capítulo 8. ¿Cómo elegir el mejor método de programación de proyectos de construcción?106	
1. La programación de la construcción.....	106
2. Métodos de programación de proyectos de construcción.....	106
a. Método de la ruta crítica	107
b. Técnica de Evaluación y Revisión de Programas (PERT)	107
c. Gráfico de gantt	108
d. Línea de equilibrio. Line of Balance	108
e. Programación Q Scheduling	109
f. Programación orientada a recursos	109
g. Sistema del último planificador (Lean Construction)	110
3. ¿Con qué método programa los proyectos de la construcción?.....	110
4. Caso práctico sobre los métodos de programación de proyectos de construcción. Construcción de un hospital	111
a. Método de la ruta crítica	111
b. Técnica de Evaluación y Revisión de Programas (PERT)	111



c. Gráfico de Gantt	111
d. Línea de equilibrio	111
e. Programación Q Scheduling	112
f. Programación orientada a recursos	112
g. Sistema del último planificador (Lean Construction)	112
h. Presupuesto y costes del proyecto.....	112
i. Gestión de Riesgos	112
j. Licencias y Permisos	113
k. Selección y gestión del equipo del proyecto	113
Capítulo 9. ¿Cómo utilizar el método de la ruta crítica en la construcción?.....	114
1. El método de la ruta crítica en la construcción	114
2. ¿Cuál es el propósito de la ruta crítica en la construcción?	115
3. Contenido de la ruta crítica en la construcción.....	116
a. Lista de Actividades.	116
b. La Estructura de desglose del trabajo	116
c. Cronología de la obra.....	116
d. Dependencias entre los tajos de obra.....	117
e. Hitos y Entregables.	117
4. ¿Cómo se aplica el método de la ruta crítica en el campo de la construcción?.....	117
5. ¿Para qué actividades en la construcción se utiliza la ruta crítica CPM?	118
a. Los constructores usan CPM en proyectos importantes	118
b. ¿Puede un proyecto no tener ruta crítica?	118
c. ¿Puede un proyecto tener dos rutas críticas?	118
6. Ventajas del CPM en la construcción.	119
7. Caso práctico de utilización del método de la ruta crítica en la construcción. Construcción de un Complejo Residencial.....	122
a. El método de la ruta crítica en la construcción	122
b. ¿Cuál es el propósito de la ruta crítica en la construcción?	122
c. Contenido de la ruta crítica en la construcción	122
Lista de Actividades.....	122
La Estructura de desglose del trabajo (EDT)	123
Cronología de la obra.....	123
Dependencias entre los tajos de obra	123
Hitos y Entregables	123
d. Utilización del método de la ruta crítica en el proyecto de construcción del complejo residencial	123
8. Caso práctico de aplicación del método de la ruta crítica en el campo de la construcción....	124
Identificación de todas las tareas necesarias	124
Establecimiento de las relaciones de dependencia.....	124
Estimación de la duración de las tareas	125
Creación de un Diagrama de Red del Proyecto	125
Identificación de la Ruta Crítica.....	125
Seguimiento y control del progreso del proyecto.....	125
9. Caso práctico de utilización en la construcción de la ruta crítica CPM.	126
a. Los constructores usan CPM en proyectos importantes	126
Construcción de edificios	126
Proyectos de infraestructura	126
Proyectos de remodelación o renovación	126



b. ¿Puede un proyecto no tener ruta crítica?	126
c. ¿Puede un proyecto tener dos rutas críticas?	126
d. Ejemplos de cómo se aplica el método de la ruta crítica (CPM) en proyectos de construcción específicos	127
1. Construcción de un rascacielos	127
2. Proyecto de infraestructura de carreteras.....	127
3. Proyecto de renovación residencial	127
Capítulo 10. El reto de calcular la ruta crítica en la construcción.	129
1. El proceso de cálculo de la ruta crítica en la construcción.	129
2. Cambiar una tarea crítica o los caminos casi críticos.....	130
3. ¿Cómo pueden aprovechar los planificadores de la construcción el método de la ruta crítica?130	
a. Hacer coincidir los recursos y el equipo con las tareas de la obra.	130
b. Las adquisiciones deben planificarse con anticipación	131
4. Los cronogramas de la obra y la ruta crítica en la adquisición y la gestión de recursos.....131	
5. La programación de la ruta crítica en los programas informáticos de la construcción.132	
6. Precauciones, advertencias y consejos para la ruta crítica en la construcción133	
7. Evitar errores constructivos con el método de la ruta crítica.....134	
8. Precauciones sobre el uso de software para el método de la ruta crítica en la construcción. 135	
9. Caso práctico de aprovechamiento por los planificadores de la construcción el método de la ruta crítica.135	
a. Hacer coincidir los recursos y el equipo con las tareas de la obra.	135
b. Las adquisiciones deben planificarse con anticipación.	136
10. Caso práctico sobre los cronogramas de la obra y la ruta crítica en la adquisición y la gestión de recursos.136	
a. Desarrollo del cronograma y determinación de la ruta crítica	136
b. Adquisición y gestión de recursos	137
c. Ajustes y reevaluación	137
11. Caso práctico sobre la programación de la ruta crítica en los programas informáticos de la construcción.137	
a. Creación de la Ruta Crítica.....	137
b. Visualización de la Ruta Crítica.....	138
c. Gestión de la Ruta Crítica	138
d. Informes y análisis	138
12. Caso práctico sobre las precauciones, advertencias y consejos para la ruta crítica en la construcción.....138	
a. Precisión en la Estimación	139
b. Cambios en el Proyecto	139
c. Dependencia de Tareas	139
d. No todas las tareas son críticas	139
e. El uso de Software	139
f. Capacitación y Comprensión	139
g. Gestión de Riesgos	140
13. Caso práctico para evitar errores constructivos con el método de la ruta crítica.....140	
a. Priorizar Tareas Correctamente	140
b. Gestionar las Dependencias de las Tareas	140



c. Planificar Recursos Adecuadamente	140
d. Anticipar y Gestionar los Riesgos	140
e. Mejorar la Comunicación	141
f. Permitir Ajustes a Tiempo	141
14. Caso práctico sobre precauciones sobre el uso de software para el método de la ruta crítica en la construcción.....	141
a. Dependencia excesiva del software	141
b. Datos de entrada precisos.....	141
c. Actualizaciones regulares	142
d. Capacitación y experiencia	142
e. Elección del software adecuado.....	142
f. Seguridad de los datos	142
Capítulo 11. El Método de la Ruta Crítica y la Productividad de la Construcción Lean	143
1. El Lean Construction hace que la ruta crítica sirva para la obra (utilidad a corto plazo).....	143
2. El sistema Last Planner reduce la duración de la ruta crítica.	144
3. Caso práctico sobre el Método de la Ruta Crítica y la Productividad de la Construcción Lean	145
a. El Lean Construction hace que la ruta crítica sirva para la obra (utilidad a corto plazo).	145
b. El sistema Last Planner reduce la duración de la ruta crítica.	146
c. Caso Práctico: Construcción de un Complejo de Oficinas	146
1. Aplicación de la ruta crítica y la construcción Lean	146
2. Uso del sistema Last Planner para reducir la duración de la ruta crítica	146
Capítulo 12. Preguntas del día a día de la obra sobre la ruta crítica.	148
1. ¿Están identificadas e incluidas en el cronograma las tareas previas a la construcción?.....	148
2. ¿Están las tareas vinculadas con precisión a las actividades predecesoras y sucesoras?.....	148
3. ¿Está la ruta crítica bien secuenciada?	149
4. ¿Las estimaciones de la duración de las tareas son coherentes con la experiencia de construcción anterior?	149
5. ¿Son realistas las relaciones recurso-flujo de trabajo?.....	149
6. ¿Están integrados los amortiguadores para los retrasos inevitables?	149
7. ¿Cuándo se considerará completado el proyecto?.....	150
8. Caso práctico de aplicación a las preguntas del día a día de la obra sobre la ruta crítica.	150
¿Están identificadas e incluidas en el cronograma las tareas previas a la construcción?	150
¿Están las tareas vinculadas con precisión a las actividades predecesoras y sucesoras?	150
¿Está la ruta crítica bien secuenciada?.....	151
¿Las estimaciones de la duración de las tareas son coherentes con la experiencia de construcción anterior?	151
¿Son realistas las relaciones recurso-flujo de trabajo?	151
¿Están integrados los amortiguadores para los retrasos inevitables?	151
¿Cuándo se considerará completado el proyecto?	151
Caso práctico de la construcción del complejo residencial	151
¿Están identificadas e incluidas en el cronograma las tareas previas a la construcción?.....	152
¿Están las tareas vinculadas con precisión a las actividades predecesoras y sucesoras?	152
¿Está la ruta crítica bien secuenciada?	152
¿Las estimaciones de la duración de las tareas son coherentes con la experiencia de construcción anterior?	152



.....	152
¿Son realistas las relaciones recurso-flujo de trabajo?.....	152
¿Están integrados los amortiguadores para los retrasos inevitables?.....	152
¿Cuándo se considerará completado el proyecto?.....	153
Capítulo 13. Programación de la ruta crítica en la construcción	154
1. Programación basada en CPM en proyectos de construcción lineal. Metodología general....	154
2. Requisitos para una programación de CPM en la construcción.	155
a. Calendarios y cronograma del proyecto.....	155
b. Secuencia del proceso constructor.	155
c. Restricciones.....	155
d. Relaciones y retrasos.....	156
3. Requisitos adicionales para la programación de CPM.....	156
4. Importancia del método de ruta crítica en la construcción	156
5. Caso práctico de programación de la ruta crítica en la construcción. Construcción de una línea de metro.....	157
a. Programación basada en CPM en proyectos de construcción lineal. Metodología general	157
b. Requisitos para una programación de CPM en la construcción.....	157
Calendarios y cronograma del proyecto	157
Secuencia del proceso constructor	157
Restricciones	158
Relaciones y retrasos	158
c. Requisitos adicionales para la programación de CPM	158
d. Importancia del método de ruta crítica en la construcción	158
e. Desarrollo del caso práctico.	158
Preparación del terreno y excavación.....	158
Construcción del túnel	159
Construcción de las estaciones	159
Instalación de las vías y del sistema eléctrico	159
Pruebas y puesta en marcha	159
PARTE TERCERA	160
Casos prácticos del método de la ruta crítica en la construcción (critical path method (CPM))..	160
Capítulo 14. Casos prácticos del método de la ruta crítica en la construcción (critical path method (CPM))	160
Caso Práctico 1. Construcción de una pequeña vivienda unifamiliar	160
Identificación de las actividades.....	160
Secuencia de actividades.....	162
Duración de las actividades.....	162
Identificación de la ruta crítica.....	162
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	162
Análisis de holgura	162
Conclusión	162
Caso Práctico 2. Construcción de un edificio de apartamentos	164
Identificación de las actividades.....	164
Secuencia de actividades.....	164
Duración de las actividades.....	164
Identificación de la ruta crítica.....	165



Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	165
Análisis de holgura	165
Conclusión	165
Caso Práctico 3. Construcción de un puente.....	166
Identificación de las actividades.....	166
Secuencia de actividades.....	166
Duración de las actividades.....	166
Identificación de la ruta crítica.....	167
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	167
Análisis de holgura	167
Conclusión	167
Caso Práctico 4. Renovación de un edificio histórico	168
Identificación de las actividades.....	168
Secuencia de actividades.....	168
Duración de las actividades.....	168
Identificación de la ruta crítica	169
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	169
Análisis de holgura	169
Conclusión	169
Caso Práctico 5. Construcción de una planta de energía solar.....	171
Identificación de las actividades.....	171
Secuencia de actividades.....	171
Duración de las actividades.....	171
Identificación de la ruta crítica	171
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	172
Análisis de holgura	172
Conclusión	172
Caso Práctico 6. Construcción de un puente peatonal	174
Desarrollo del caso práctico	174
Secuencia de actividades.....	174
Duración de las actividades.....	174
Identificación de la ruta crítica	175
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	175
Análisis de holgura	175
Conclusión	175
Caso Práctico 7. Construcción de un complejo hotelero	176
Desarrollo del caso práctico	176
Secuencia de actividades.....	176
Duración de las actividades.....	176
Identificación de la ruta crítica	177
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	177
Análisis de holgura	177
Caso Práctico 8. Construcción de un centro comercial.....	179
Secuencia de actividades.....	179
Duración de las actividades.....	179
Identificación de la ruta crítica	180
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	180
Análisis de holgura	180
Conclusión	180



Caso Práctico 9. Construcción de un complejo deportivo	181
Desarrollo del caso práctico	181
Secuencia de actividades.....	181
Duración de las actividades.....	181
Identificación de la ruta crítica	182
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	182
Análisis de holgura	182
Conclusión	182
Caso Práctico 10. Construcción de una planta de producción	184
Secuencia de actividades.....	184
Duración de las actividades.....	184
Identificación de la ruta crítica	185
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	185
Análisis de holgura	185
Conclusión	185
Caso Práctico 11. Construcción de un complejo residencial	187
Desarrollo del caso práctico	187
Secuencia de actividades.....	187
Duración de las actividades.....	187
Identificación de la ruta crítica	188
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	188
Análisis de holgura	188
Conclusión	188
Caso Práctico 12. Construcción de un hospital	190
Descripción	190
Desarrollo del caso práctico	190
Secuencia de actividades.....	190
Duración de las actividades.....	190
Identificación de la ruta crítica	191
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	191
Análisis de holgura	191
Conclusión	191
Caso Práctico 13. Construcción de un complejo industrial	192
Descripción	192
Desarrollo del caso práctico	192
Secuencia de actividades.....	192
Duración de las actividades.....	192
Identificación de la ruta crítica	193
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	193
Análisis de holgura	193
Conclusión	193
Caso Práctico 14. Construcción de un aeropuerto internacional	195
Desarrollo del caso práctico	195
Secuencia de actividades.....	195
Duración de las actividades.....	195
Identificación de la ruta crítica	196
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	196
Análisis de holgura	196
Conclusión	197



Caso Práctico 15 Construcción de un puente colgante.....	198
Desarrollo del caso práctico	198
Secuencia de actividades.....	198
Duración de las actividades.....	198
Identificación de la ruta crítica	199
Cálculo de tiempos tempranos y tardíos.....	199
Análisis de holgura	199
Capítulo 15. Casos prácticos técnicos del método de la ruta crítica en la construcción (critical path method (CPM))	201
Caso práctico 1: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Optimización de un proyecto de rascacielos con métodos lean	201
Causa del Problema	201
Soluciones Propuestas.....	201
Aplicación de la construcción modular	201
Implementación del método Justo a Tiempo (JIT)	202
Uso de herramientas de software avanzadas para el seguimiento del proyecto	202
Consecuencias Previstas.....	202
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	202
Lecciones Aprendidas	203
Caso práctico 2: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Reducción de los tiempos de entrega en un proyecto de hospital de alta complejidad.....	204
Causa del Problema	204
Soluciones Propuestas.....	204
Reasignación de recursos y tareas	204
Uso de tecnología BIM para mejorar la coordinación	204
Aceleración de actividades clave mediante incentivos.....	204
Consecuencias Previstas.....	205
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	205
Lecciones Aprendidas	205
Caso práctico 3: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Implementación de la construcción con prefabricados en un proyecto de estadio deportivo ...	206
Causa del Problema	206
Soluciones Propuestas.....	206
Incorporación de componentes prefabricados.....	206
Optimización del cronograma con software especializado	206
Coordinación con proveedores y subcontratistas	206
Consecuencias Previstas.....	207
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	207
Lecciones Aprendidas	207
Caso práctico 4: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Integración de tecnologías innovadoras en la construcción de un centro de investigación y desarrollo	208
Causa del Problema	208
Soluciones Propuestas.....	208
Implementación de sistemas inteligentes de gestión de edificios (BMS)	208
Uso de energía renovable y sistemas de almacenamiento.....	208
Adopción de tecnología de automatización de edificios	209
Consecuencias Previstas.....	209
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	209



Lecciones Aprendidas 209

Caso práctico 5: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Remodelación y modernización de un aeropuerto regional..... 211

Causa del Problema	211
Soluciones Propuestas.....	211
Planificación de las actividades de construcción en fases	211
Coordinación estrecha con las autoridades aeroportuarias y las aerolíneas	211
Uso de tecnologías de construcción avanzadas.....	211
Consecuencias Previstas.....	212
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	212
Lecciones Aprendidas	212

Caso práctico 6: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de un edificio de oficinas sostenible con certificación LEED 213

Causa del Problema	213
Soluciones Propuestas.....	213
Diseño integrado y planificación detallada.....	213
Uso de materiales ecológicos y tecnologías de eficiencia energética	213
Implementación de un sistema de gestión de edificios (BMS) avanzado	214
Consecuencias Previstas.....	214
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	214
Lecciones Aprendidas	214

Caso práctico 7: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con sistemas automatizados . 216

Causa del Problema	216
Soluciones Propuestas.....	216
Diseño y planificación integrados	216
Selección de tecnologías y sistemas eficientes	216
Implementación de un sistema de control y monitoreo avanzado	217
Consecuencias Previstas.....	217
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	217
Lecciones Aprendidas	217

Caso práctico 8: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de un túnel de transporte con tecnología de perforación avanzada 219

Causa del Problema	219
Soluciones Propuestas.....	219
Estudio geotécnico detallado y planificación cuidadosa	219
Uso de tecnología de perforación avanzada.....	219
Implementación de un sistema de monitoreo y control en tiempo real	220
Consecuencias Previstas.....	220
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	220
Lecciones Aprendidas	220

Caso práctico 9: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Desarrollo de un complejo residencial de lujo con sistemas domóticos avanzados..... 222

Causa del Problema	222
Soluciones Propuestas.....	222
Planificación detallada de la instalación de sistemas domóticos	222
Selección de tecnologías y sistemas eficientes y compatibles.....	222
Implementación de un sistema de control y monitoreo domótico	223
Consecuencias Previstas.....	223
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	223



Lecciones Aprendidas	223
----------------------------	-----

Caso práctico 10: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de un centro de datos con alta disponibilidad y eficiencia energética225

Causa del Problema	225
Soluciones Propuestas.....	225
Planificación detallada de los sistemas de refrigeración y energía.....	225
Selección de tecnologías y sistemas eficientes.....	225
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de energía	226
Consecuencias Previstas.....	226
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	226
Lecciones Aprendidas	226

Caso práctico 11: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de una fábrica de vehículos eléctricos con sistemas de producción automatizados228

Causa del Problema	228
Soluciones Propuestas.....	228
Planificación detallada de las líneas de producción y sistemas de energía	228
Selección de tecnologías y sistemas eficientes	228
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de producción	229
Consecuencias Previstas.....	229
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	229
Lecciones Aprendidas	229

Caso práctico 12: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de un estadio multiusos con soluciones arquitectónicas innovadoras231

Causa del Problema	231
Soluciones Propuestas.....	231
Planificación detallada de las soluciones arquitectónicas	231
Selección de tecnologías y sistemas innovadores.....	231
Implementación de un sistema de gestión y control del estadio	232
Consecuencias Previstas.....	232
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	232
Lecciones Aprendidas	232

Caso práctico 13: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de una central hidroeléctrica de gran capacidad234

Causa del Problema	234
Soluciones Propuestas.....	234
Planificación detallada de las etapas de construcción	234
Selección de tecnologías y sistemas eficientes	234
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de la central	235
Consecuencias Previstas.....	235
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	235
Lecciones Aprendidas	235

Caso práctico 14: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de una línea ferroviaria de alta velocidad con sistemas de señalización avanzados237

Causa del Problema	237
Soluciones Propuestas.....	237
Planificación detallada de las fases de construcción y señalización	237
Selección de tecnologías y sistemas avanzados de señalización	237
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de la línea ferroviaria	238
Consecuencias Previstas.....	238
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	238



Lecciones Aprendidas	238
Caso práctico 15: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de un puente colgante con estructuras innovadoras y sistemas de seguridad avanzada	240
Causa del Problema	240
Soluciones Propuestas	240
Planificación detallada de las etapas de construcción y sistemas de seguridad	240
Selección de tecnologías y sistemas avanzados de seguridad	240
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión del puente	241
Consecuencias Previstas	241
Resultados de las Medidas Adoptadas	241
Lecciones Aprendidas	241
Caso práctico 16: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Renovación de un edificio de oficinas con tecnologías de eficiencia energética.....	243
Causa del Problema	243
Soluciones Propuestas	243
Planificación detallada de las etapas de renovación y tecnologías de eficiencia energética	243
Selección de tecnologías y sistemas eficientes y sostenibles	243
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión del edificio	244
Consecuencias Previstas	244
Resultados de las Medidas Adoptadas	244
Lecciones Aprendidas	244
Caso práctico 17: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de una escuela con un diseño arquitectónico innovador.....	246
Causa del Problema	246
Soluciones Propuestas	246
Planificación detallada de las fases de construcción y tecnologías innovadoras	246
Selección de tecnologías y sistemas innovadores	246
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de la escuela	247
Consecuencias Previstas	247
Resultados de las Medidas Adoptadas	247
Lecciones Aprendidas	247
Caso práctico 18: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de un complejo turístico con infraestructuras ecológicas.....	249
Causa del Problema	249
Soluciones Propuestas	249
Planificación detallada de las fases de construcción y tecnologías ecológicas	249
Selección de tecnologías y sistemas ecológicos	249
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión del complejo	250
Consecuencias Previstas	250
Resultados de las Medidas Adoptadas	250
Lecciones Aprendidas	250
Caso práctico 19: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de una planta de procesamiento de alimentos con sistemas de control de calidad avanzada.....	252
Causa del Problema	252
Soluciones Propuestas	252
Planificación detallada de las etapas de construcción y control de calidad	252
Selección de tecnologías y sistemas eficientes de control de calidad	252



Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de la planta	253
Consecuencias Previstas.....	253
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	253
Lecciones Aprendidas.....	253

Caso práctico 20: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) –

Construcción de una fábrica de productos electrónicos con sistemas de automatización avanzada

Causa del Problema.....	255
Soluciones Propuestas.....	255
Planificación detallada de las fases de construcción y sistemas de automatización	255
Selección de tecnologías y sistemas eficientes de automatización	255
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de la fábrica.....	256
Consecuencias Previstas.....	256
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	256
Lecciones Aprendidas	256

Caso práctico 21: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) –

Construcción de un centro de datos de alta seguridad con redundancia eléctrica

Causa del Problema.....	258
Soluciones Propuestas.....	258
Planificación detallada de las fases de construcción y redundancia eléctrica	258
Selección de tecnologías y sistemas eficientes de respaldo eléctrico	258
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión del centro de datos	259
Consecuencias Previstas.....	259
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	259
Lecciones Aprendidas	259

Caso práctico 22: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) –

Construcción de un complejo de oficinas inteligente con tecnología IoT

Causa del Problema.....	261
Soluciones Propuestas.....	261
Planificación detallada de las fases de construcción y tecnología IoT	261
Selección de tecnologías y sistemas avanzados de IoT	261
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión del complejo de oficinas	262
Consecuencias Previstas.....	262
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	262
Lecciones Aprendidas	262

Caso práctico 23: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) –

Construcción de un centro de convenciones con diseño sostenible y eficiencia energética.....

Causa del Problema.....	264
Soluciones Propuestas.....	264
Planificación detallada de las fases de construcción y tecnologías sostenibles	264
Selección de tecnologías y sistemas eficientes y sostenibles	264
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión del centro de convenciones	265
Consecuencias Previstas.....	265
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	265
Lecciones Aprendidas	265

Caso práctico 24: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) –

Construcción de un hospital con infraestructura modular y tecnología avanzada.....

Causa del Problema.....	267
Soluciones Propuestas.....	267
Planificación detallada de las fases de construcción modular y tecnología avanzada	267
Selección de tecnologías y sistemas modulares y avanzados	267



Implementación de un sistema de monitoreo y gestión del hospital.....	268
Consecuencias Previstas.....	268
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	268
Lecciones Aprendidas	268
Caso práctico 25: Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method (CPM)) – Construcción de una planta de energía geotérmica con sistemas de almacenamiento avanzados	270
Causa del Problema.....	270
Soluciones Propuestas.....	270
Planificación detallada de las fases de construcción y almacenamiento avanzado	270
Selección de tecnologías y sistemas avanzados de almacenamiento	270
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de la planta	271
Consecuencias Previstas.....	271
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	271
Lecciones Aprendidas	271



¿QUÉ APRENDERÁ?



- Comprender los conceptos básicos del Método de la Ruta Crítica (CPM) y su aplicación en la construcción.
- Aprender cómo calcular la ruta crítica en la gestión de proyectos de construcción.
- Conocer los pasos necesarios para implementar el Método de la Ruta Crítica en un proyecto de construcción.
- Comparar el Método de la Ruta Crítica con otras técnicas de programación, como el PERT y el diagrama de Gantt.
- Entender cómo la planificación en la construcción se beneficia del uso del Método de la Ruta Crítica.
- Saber cómo elegir el mejor método de programación de proyectos de construcción según las necesidades del proyecto.
- Utilizar el Método de la Ruta Crítica para gestionar eficientemente los plazos y recursos en la construcción.
- Afrontar el desafío de calcular la ruta crítica en proyectos de construcción complejos.
- Aplicar los principios de la Construcción Lean en combinación con el Método de la Ruta Crítica para mejorar la productividad en la construcción.
- Enfrentar las preguntas y desafíos cotidianos en la gestión de proyectos de construcción utilizando el Método de la Ruta Crítica.
- Dominar las técnicas de programación de la ruta crítica en la construcción y su implementación práctica.
- Analizar casos prácticos reales donde se aplica el Método de la Ruta Crítica en proyectos de construcción para comprender su efectividad y beneficios.



Introducción



La Importancia del Método de la Ruta Crítica en la Construcción (Critical Path Method, CPM)

En el mundo de la construcción, la planificación y gestión de proyectos son fundamentales para garantizar que los proyectos se completen a tiempo y dentro del presupuesto. El Método de la Ruta Crítica (Critical Path Method, CPM) es una herramienta esencial que ha transformado la manera en que se gestionan los proyectos de construcción. Este método permite a los profesionales identificar las tareas más críticas y optimizar los recursos disponibles, asegurando así la eficiencia y el éxito del proyecto. En este artículo, exploraremos los desafíos actuales en la construcción, la importancia del CPM, y cómo este método puede mejorar significativamente la gestión de tus proyectos.

Desafíos Actuales

La industria de la construcción enfrenta numerosos desafíos, desde retrasos en los plazos hasta sobrecostos y problemas de coordinación. La complejidad de los proyectos de construcción modernos, que a menudo involucran a múltiples partes interesadas y numerosas tareas interdependientes, aumenta la dificultad de mantener el control y la eficiencia. Estos desafíos requieren un enfoque sistemático y detallado para la planificación y ejecución del proyecto. Aquí es donde el CPM se convierte en una herramienta invaluable, proporcionando un marco claro para identificar y gestionar las tareas críticas que pueden afectar el cronograma del proyecto.

Importancia del CPM

El Método de la Ruta Crítica es crucial porque permite a los gestores de proyectos identificar cuáles son las tareas que no pueden retrasarse sin afectar el plazo final del proyecto. Al centrar la atención en estas tareas críticas, se pueden tomar decisiones informadas y proactivas para evitar retrasos. El CPM también facilita la identificación de las dependencias entre tareas, lo que ayuda a



coordinar mejor los esfuerzos y recursos, y a prever posibles cuellos de botella antes de que se conviertan en problemas serios.

Ventajas de la Educación en el CPM

Comprender y dominar el CPM ofrece múltiples beneficios para los profesionales de la construcción:

- Estrategias Innovadoras y Efectivas: Al utilizar el CPM, los gestores de proyectos pueden desarrollar estrategias más efectivas para la ejecución del proyecto. Esto incluye la posibilidad de ajustar el cronograma en tiempo real, reprogramar tareas según sea necesario y optimizar el uso de recursos.
- Relevancia de la Digitalización y Personalización: La digitalización ha facilitado la aplicación del CPM mediante el uso de software avanzado que permite una planificación y seguimiento más precisos. Herramientas digitales como Microsoft Project o Primavera P6 permiten crear diagramas de Gantt y redes PERT, proporcionando una visualización clara del proyecto y ayudando a identificar la ruta crítica de manera eficiente.

Motivación

Invertir en la educación y el conocimiento del CPM puede transformar la manera en que gestionas tus proyectos de construcción. La adquisición de una guía práctica sobre el CPM te proporcionará los conocimientos necesarios para aplicar este método de manera efectiva. Esta guía incluirá estrategias y técnicas probadas que puedes implementar de inmediato para mejorar la planificación y ejecución de tus proyectos. Al profundizar en tu comprensión del CPM, estarás mejor preparado para enfrentar los desafíos de la construcción moderna y garantizar el éxito de tus proyectos.

Conclusión

En resumen, el Método de la Ruta Crítica (CPM) es una herramienta esencial para cualquier profesional de la construcción que desee optimizar la gestión de proyectos. Superar los desafíos actuales, comprender la importancia del CPM y aprovechar las ventajas de una educación continua en este método son pasos cruciales para lograr el éxito. No pierdas la oportunidad de mejorar tus habilidades y conocimientos adquiriendo una guía práctica del CPM que te ayudará a estar a la vanguardia de las últimas estrategias y técnicas en la gestión de proyectos de construcción. Tu carrera y los resultados de tus proyectos lo agradecerán.



PARTE PRIMERA

Método de la ruta crítica en la construcción (Critical path method (CPM)).

Capítulo 1. Introducción Método de la Ruta Crítica (CPM).



1. Definición y conceptos básicos del Método de la Ruta Crítica (CPM)