COSTOS Y PRESUPUESTOS DINAMICOS EN PROYECTOS SIN REFERENCIAS COMERCIALES (MODELO WRC)

Autor: Ing. Walter Rodríguez Castillejo

Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Ingeniería. Perú

Miembro del Cuerpo Técnico de Tasaciones del Perú (CTTP)

- **INGENIERO CIVIL-FIC-UNI-CIP 16266-PMI 1140610-CTTP 581**
- **Doctorado en Educación (2009-2010) Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Primer puesto de promoción.**
- **Candidato a Doctor en Gerencia de Construcción Universidad Nacional Federico Villareal (UNFV)**
- **Maestría en Gerencia de Proyectos UNFV. Primer puesto de promoción.**
- **Profesor del Departamento de Construcción de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería (del 2001 a la fecha).**
- **Ex Profesor posgrado en Gerencia de Construcción UPC.**
- **Ex Profesor posgrado en Gerencia de Construcción UNSA, Arequipa,**
- **Ex-Profesor en Maestría de Administración y Gestión de la Construcción en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga –Ica (2005-2008)**

Conferencista en Congresos del PMI en Río de Janeiro (2003), Bogotá (2004, 2010, 2012), Panamá (2005), Santiago de Chile (2006), Sao Paulo (Agosto 2008)-Costa Rica (2008 y 2009). II y III Congreso Internacional de Ingeniería Civil en Sucre, Bolivia (2013) y Santa Cruz de la sierra, Bolivia (Mayo 2014). III Congreso Internacional de Ingeniería Civil en Portoviejo, Ecuador(16 al 18 Julio 2014). Conferencista en Congresos del PIDEC : Montreal (2006) - Guadalajara (2007) y Trujillo (2008).

FOREIC Pucallpa (Mayo 2015), COREIC-ICA(18 Nov 2015). Congreso Cerro de Pasco(20 Nov 2015). FOREIC TRUJILLO (2016). Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Huánuco. Perú 2017.

- **Profesor de cursos de Gerencia de Proyectos en Santa Cruz (Bolivia), San José Costa Rica, Belo Horizonte (Brasil) y Madrid, España (2013).**
- **Autor de 12 libros de Gerencia de Proyectos de Construcción , Mejora de la Productividad, MSProject y Costos y Presupuestos estáticos de Obras de Saneamiento. Técnicas Modernas de Planificación, Programación y Control de Obras de Construcción.**

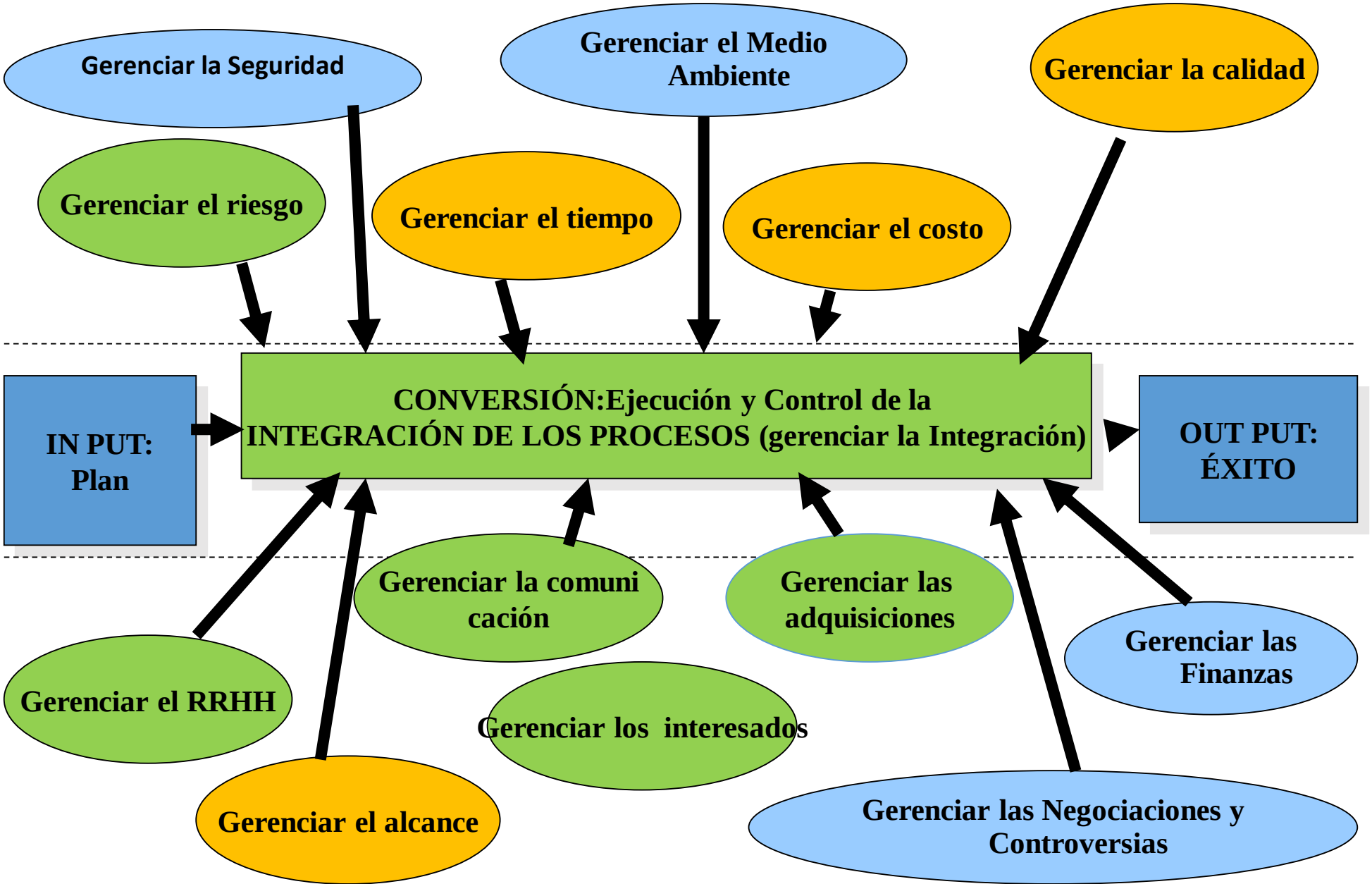
RESUMEN

Desde la década de 1950 a la fecha, en Latinoamérica, se sigue utilizando dos variables para definir un Presupuesto de un Proyecto. Costo y Alcance. El 2008 como ponente invitado al Congreso Internacional del PMI (Project Management Institute) efectuado en San José, Costa Rica, expuse por primera vez un nuevo modelo de Costear y Presupuestar Proyectos de Construcción utilizando 3 variables integradas; Costo-Tiempo y Alcance (Triple restricción de Harold Kerzner). Este nueva metodología es precisa y adaptable a la tecnología BIM (Building Information Modeling). Tenemos en el mundo de las Tasaciones o Valuaciones, problemas para determinar un Valor que no tiene mayores referencias comerciales o de mercado. Ya han pasado 11 años y el modelo ha sido perfeccionado y es materia de la siguiente exposición.

APLICCACIÓN DE PRESUPUESTO DINÁMICO: MODELO WRC

- **Obras lineales como túneles, viaductos, puentes de mediana y gran luz, presa de todo tipo, canales, ferrocarriles, líneas de transmisión, etc.**
- **Obras dispersas como centrales hidroeléctricas, térmicas, sistema de saneamiento, irrigaciones, puertos, aeropuertos**
- **Infraestructura, agrícola. Minera, energética, etc**
- **Obras concentradas como edificaciones especiales, galpones, almacenes, iglesias, museos, etc**
- **Todos estos tipos de obras que no tienen referencia de mercado por ser puntuales y escasas requieren un Costeo y Presupuesto que permita una mejor valoración-**
- **En general, todo tipo de Proyecto de Construcción.**

AREAS DEL CONOCIMIENTO DE LA GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS



1.-Evolución del Planeamiento , y Control de Costos

Antes de Cristo → **XIX d.C.** → **1914**

Palabra escrita
Sistema de numeración

Revolución industrial
Listado de tiempo de Inicio y terminación.
Factory Floor (1890):
Earned standards-Cost variance.

Henry Gantt
Diagrama de Barras.

1956-1958 → **1961-1962-1967** → **Década del 70**

CPM(Critical Path Method-1956):
Fábrica productos Químicos DuPont de Nemours
Walker-Kelly
PERT(Program Evaluation Review Technique)
PERT//Tiempos (1958):
Proyecto Polaris
Booz-Allen-Hamilton

John Fondhal(Universidad Stanford)-1961:Precedence Diagraming Method (PDM)
Bertrand Roy(1961): Método de los Potenciales..
PERT/Cost (1962).
C/SCSC (Cost/Schedule Control System Criteria)-1967. Se crea el PMI(1969)

Gui. Ponce de León, peruano en Ann Arbor (Michigan University)
PDM con traslapes (SS-FF-FS-SF)
IBM-David Craig:
PCS-JAS34-Wang: MS6.

Se crea la UPAV el 13 de Diciembre de 1949: Oficina Valoración Perma Nente en Lima al celebrase los 60 años del CTTP. Particparon el Perú, Argentina, Brasil, Bolivia, Chile y Venezuela. En Junio 1957, Chicago, se cambió a UPAV.

1.-Evolución del Planeamiento y Control de Costos

Fines década 70 → **Década 80** → **Década 90**

DOS(Disk Operating System)
-MSDOS
HTPM-HPM(Harvard Project Management)
Time Line
MSProject-P3
Symposium Montreal (PMI)-1976 (Estandarización de GP).
Charles Eastman de Georgia Tech crea el BI

Windows 1.0-3.1
MSProject-Time Line
Superproject. P3 v 1.0.
El Grupo de Etica, Estándares y Acreditación(ESA)del PMI(1983) publica en el Project Managemnt Journal: 1.-Código de Etica. 2.-GAlcance-GCostos-GTiempo-GCalidad-GComunicaciones.3.Acreditación (instit. Educ.) y Certificaciones (Profesionales)

Siglo XXI

Windows 95-98
Unix
MSP95-98
P3 v 2.0-Sure Track
Artemis (Europa)
EVMS(Earned Value Management System): 1996
↓
EVM ANSI(American National Standard Institute)/ EIA(Electronic Industry Association) 748 Standard: 1998
↓
Simple EVPM(Earned Value Project Management).
PMBOK (1996): 9 Gerencias

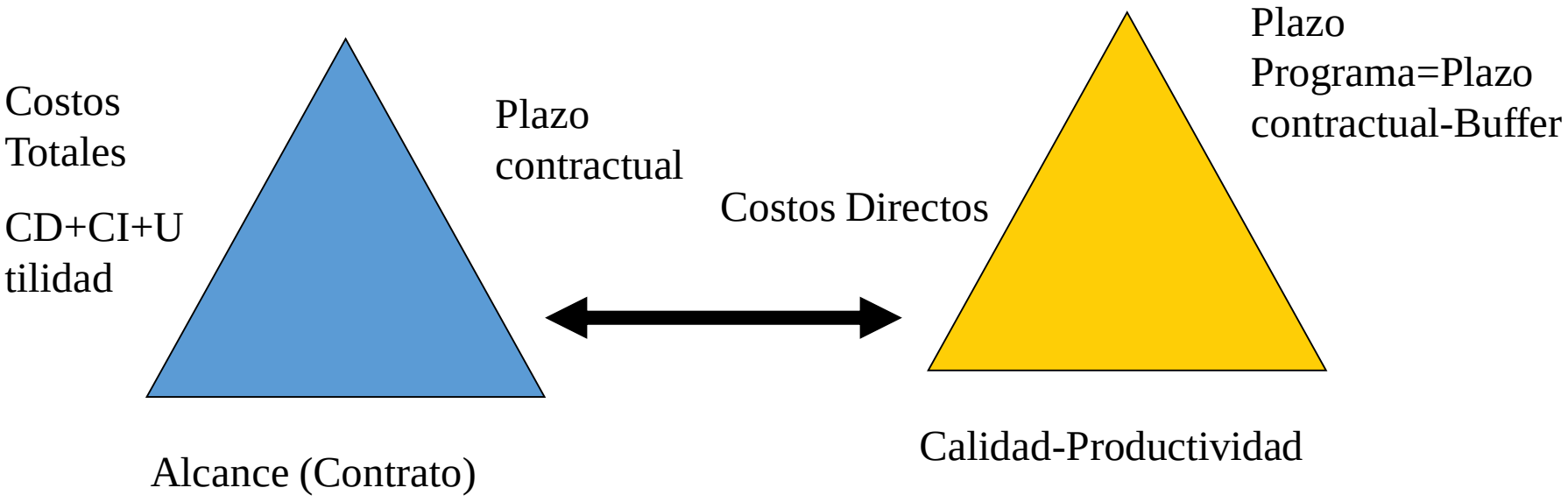
Windows XP-Linux MSP 2003-MSP2016
-P3e y v5 Enterprise Project Management(EPM).
Sistemas integrados: Timberline-People Soft- SAP (Alemania)-S10(Perú)-4D (Smart Plant Review)-CYCLONE y MicroCYCLONE (Dr. Daniel Halpin-Universidad de Purdue – Indiana –USA). EZ-Strobescope (Dr. Julio Martínez-Universidad de Michigan y Purdue (2007).
Lean Production/Construction Management-TOC Management.

PMBOK 2000 - 2016

Implementación del BIM a diferentes tipos de Proyectos (Archicad-Revit-Tekla-Civil Cad, Navis Work).

GERENCIA DE PROYECTOS Y GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN

- Gerencia de Proyectos vs G. de Producción



- **PLANIFICACIÓN**
-
- El presente modelo desarrollado durante 21 años de investigación, pretende ser el nuevo paradigma para elaborar Costos y Presupuestos dinámicos, que integra Costo, Tiempo y Alcance conformando lo que Harold Kerzner denomina el triángulo de hierro de la Gerencia de Proyectos, donde las variables Costo y Tiempo crecen cuando se generan adicionales de obra y en consecuencia se incrementa el Alcance. Lo expuesto se ilustra en la imagen 01 “Triángulo de Hierro de Harold Kerzner”.
- Imagen 01. Triángulo de Hierro de la Gerencia de Proyectos de Harold Kerzner

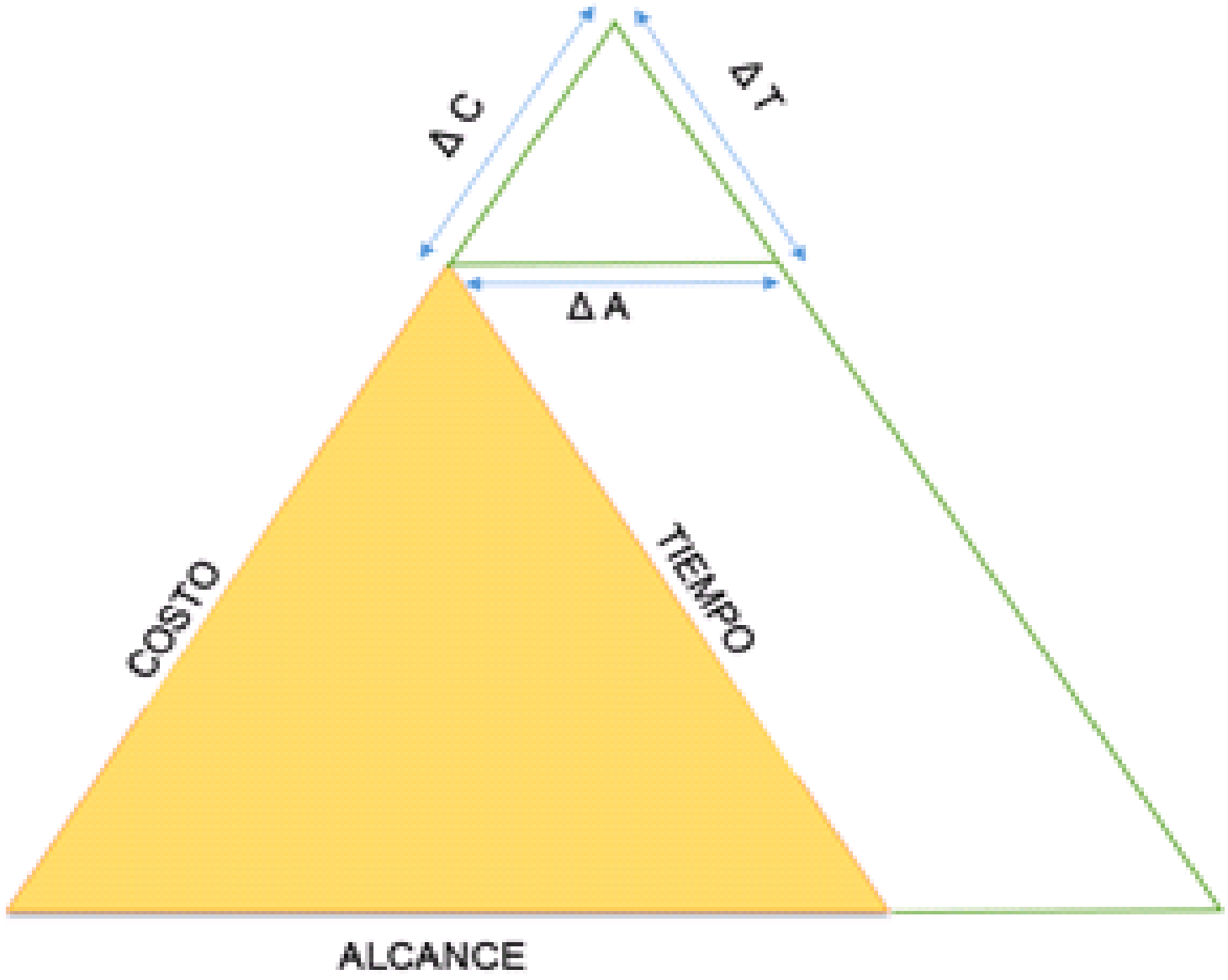
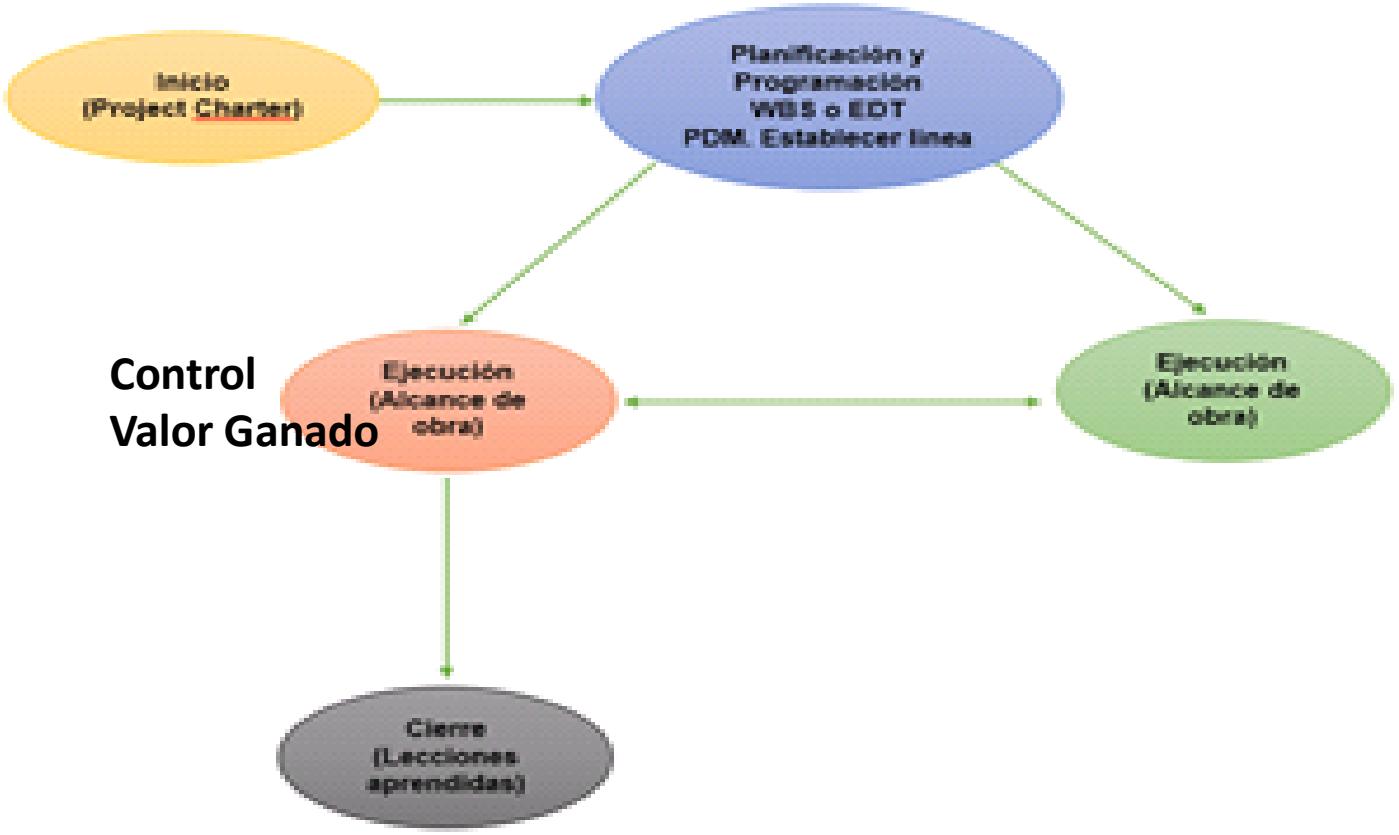


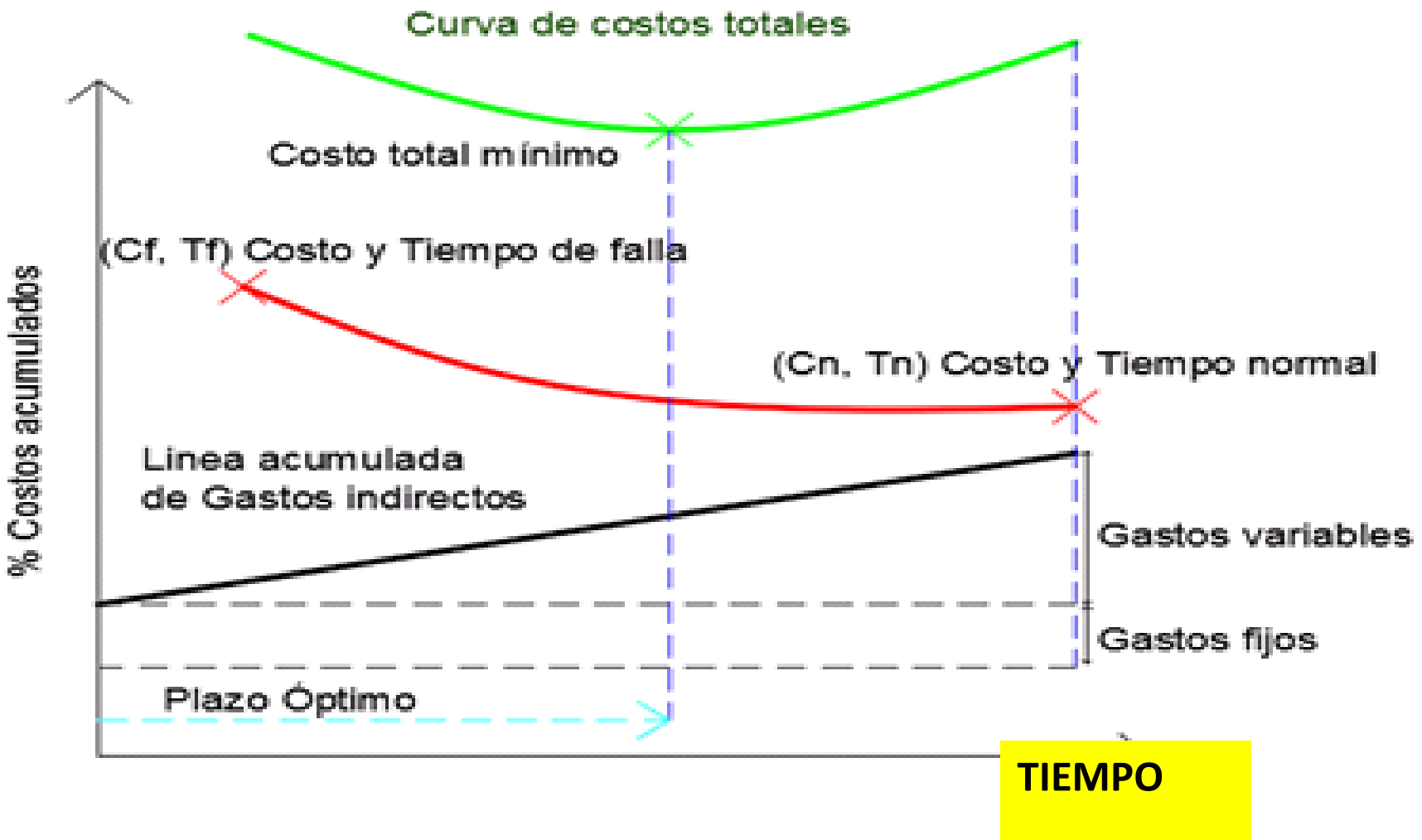
Imagen 01. Triángulo de Hierro de la Gerencia de Proyectos de Harold Kerzner.

Actualmente se elaboran los expedientes técnicos con un modelo de

Según el PMI, los 5 grupos de procesos para el Gerenciamiento de Proyectos es el siguiente:



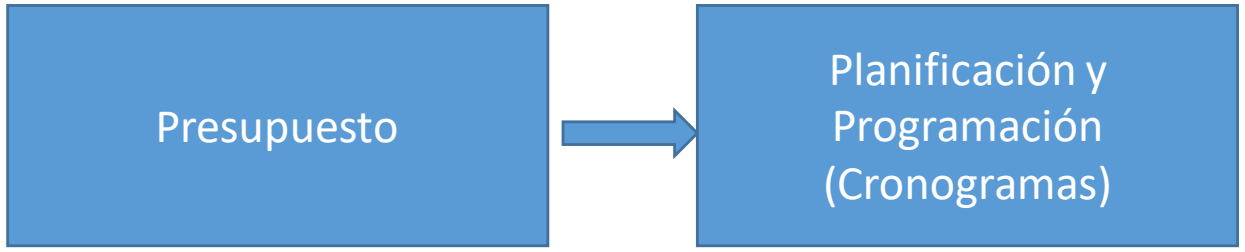
Naturaleza de los Costos Directos e Indirectos



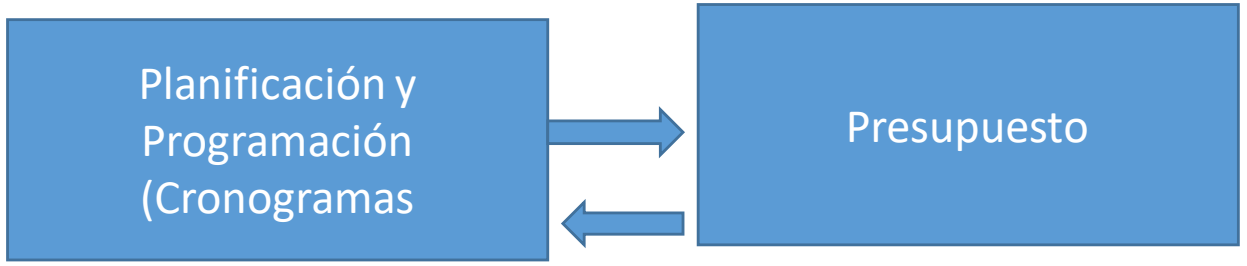
Pasado, presente y futuro de los Presupuestos de Proyectos de Construcción

- Antes y aún hoy, en gran parte de Latinoamérica y Perú:

ANTES Y HOY



FUTURO



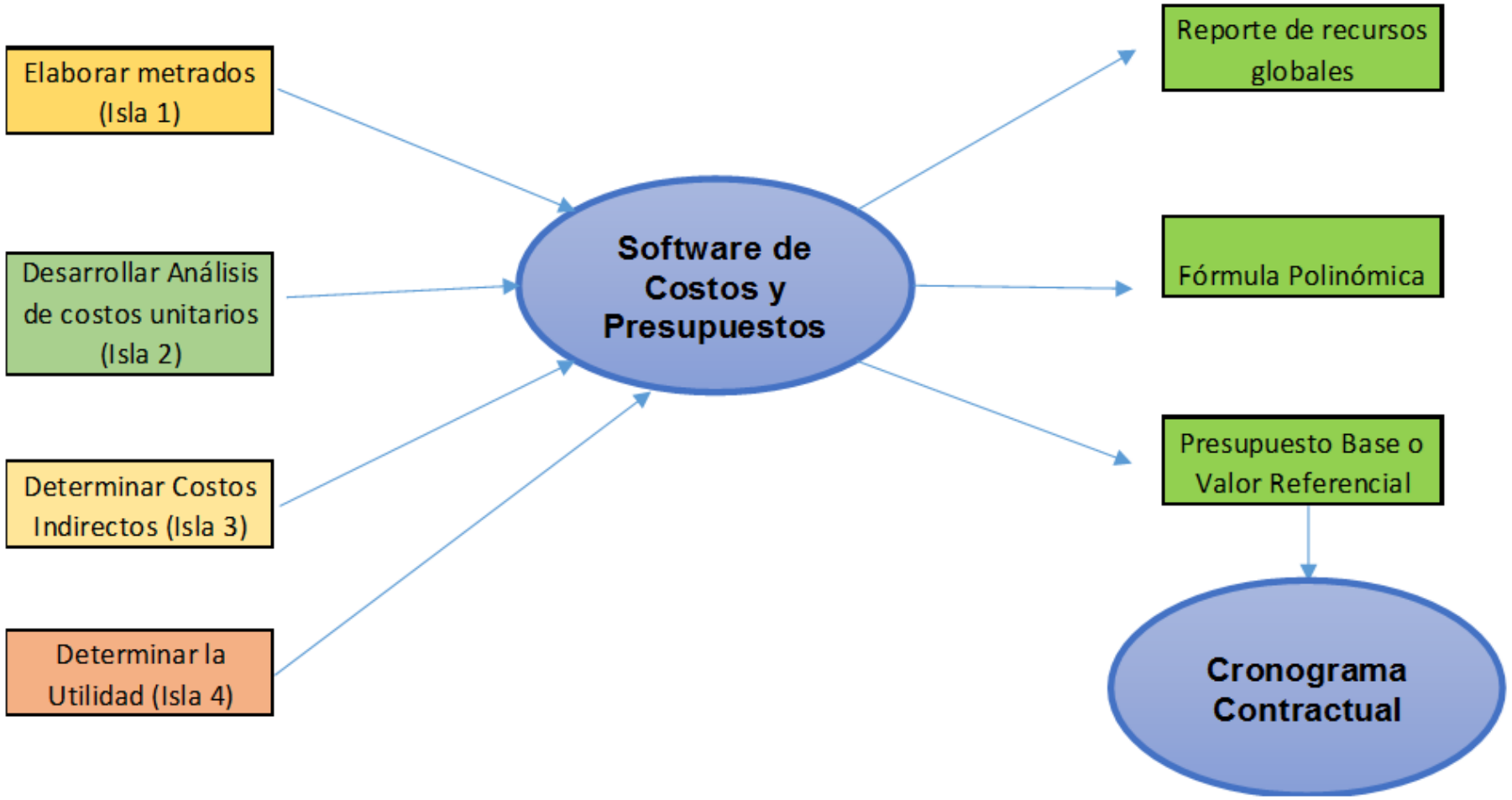


Imagen 02. Presupuesto estático (Modelo actual)

PRESUPUESTO DINÁMICO

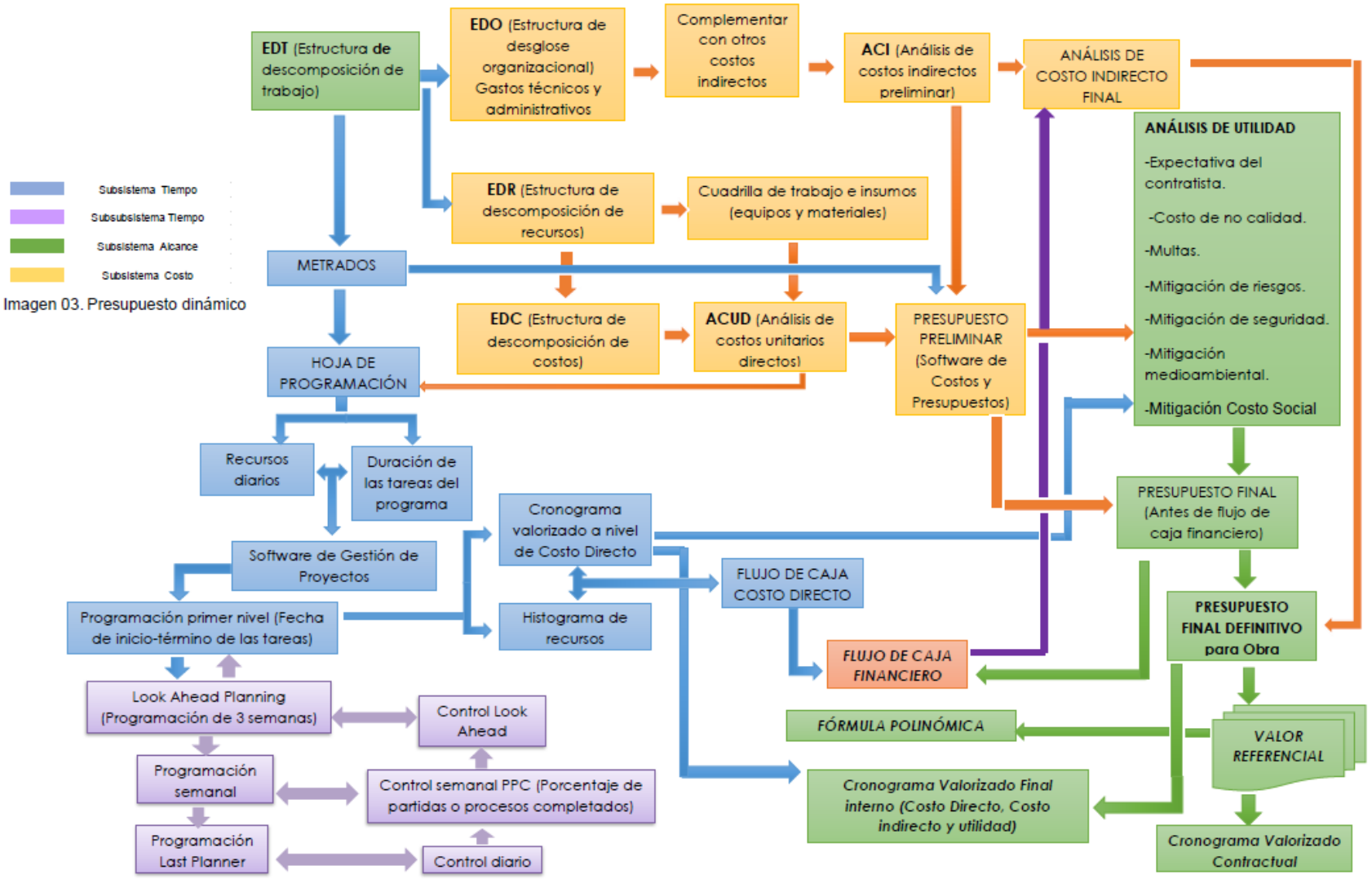


Imagen 03. Presupuesto dinámico

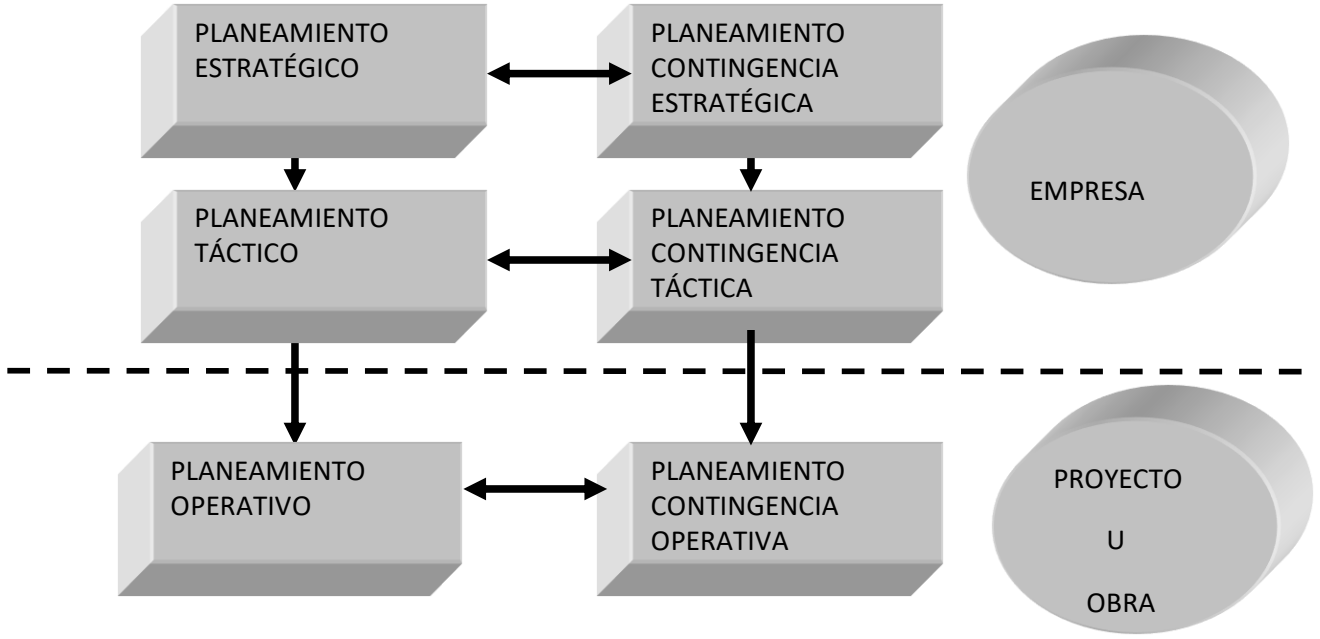
Análisis comparativo del modelo actual (Costos y Presupuestos estáticos con el modelo propuesto (Costos y Presupuestos dinámicos)

Descripción	Modelo actual	Modelo Propuesto
Planificación	No	Sí, WBS ó EDT; Teoría de Restricciones y Hoja de Planificación
Estudio de mercado de recursos	A veces	Sí
Metrados	Sin planificar	Depende de la WBS (EDT)
Análisis de Costos unitarios	Copia de otros expedientes	Según la Estructura de Descomposición de Recursos (RBS ó EDR)
Análisis de Gastos Generales	En edificaciones, como porcentaje del Costo Directo. En obras pesadas, análisis de GG sin tener en cuenta la Planificación	Elaboración de la OBS (Organization Breackdown Structure) ó Estructura de Descomposición de la Organización. Costos de Calidad , Costos ambientales y Costos de Seguridad.
Flujo de Caja Financiero	No	Sí. El resultado se incluye en Gastos Generales.
Utilidad	Sólo un porcentaje del Costo Directo	Costo de mitigación de riesgos y expectativa del Ejecutor.. Costos de No calidad. Costos de Inseguridad. Costos de daño abiental. Multas e Inseguridad Social.
Presupuesto	Sin Planificación previa. Modelo estático. Presupuesto solo como Valor Referencial. Solo sirve para Valorizaqr y controlar Avances físicos de Obra. NO SE UTLIZA EN EL DESARROLLO REAL DE UNA OBRA	Con Planificación Previa. Uso del Cost Breakdown Structure (CBS) ó Estructura de Descomposición del Costo. Modelo dinámico. Presupuesto para Obra y de ahí Valor Referencial. Se utilza en Obra y nos permite comprar materiales, utilizar para alquiler de equipos.
Fórmulas Polinómicas	Sí	Sí
Cronograma de recursos	Solo depende del análisis de costos	Depende de lo planificado y del análisis de costos
Control del Presupuesto y Tiempo	Sin Valor Ganado (Earned Value) parcial. VP(Variacion del Programa. Solo avances o atrasos fisicos.	Con Valor Ganado para control simultáneo del Costo y Tiempo y PPT(Porcentaje de de Procesos Completados)
Evaluación del Plazo propuesto por entidad	No	Sí, con TOC(Teoría de Restricciones)
Costos Proyectados	Solo para control exte3rno(lo contractual).	Sí, utilizando Valor Ganado. Control interno y

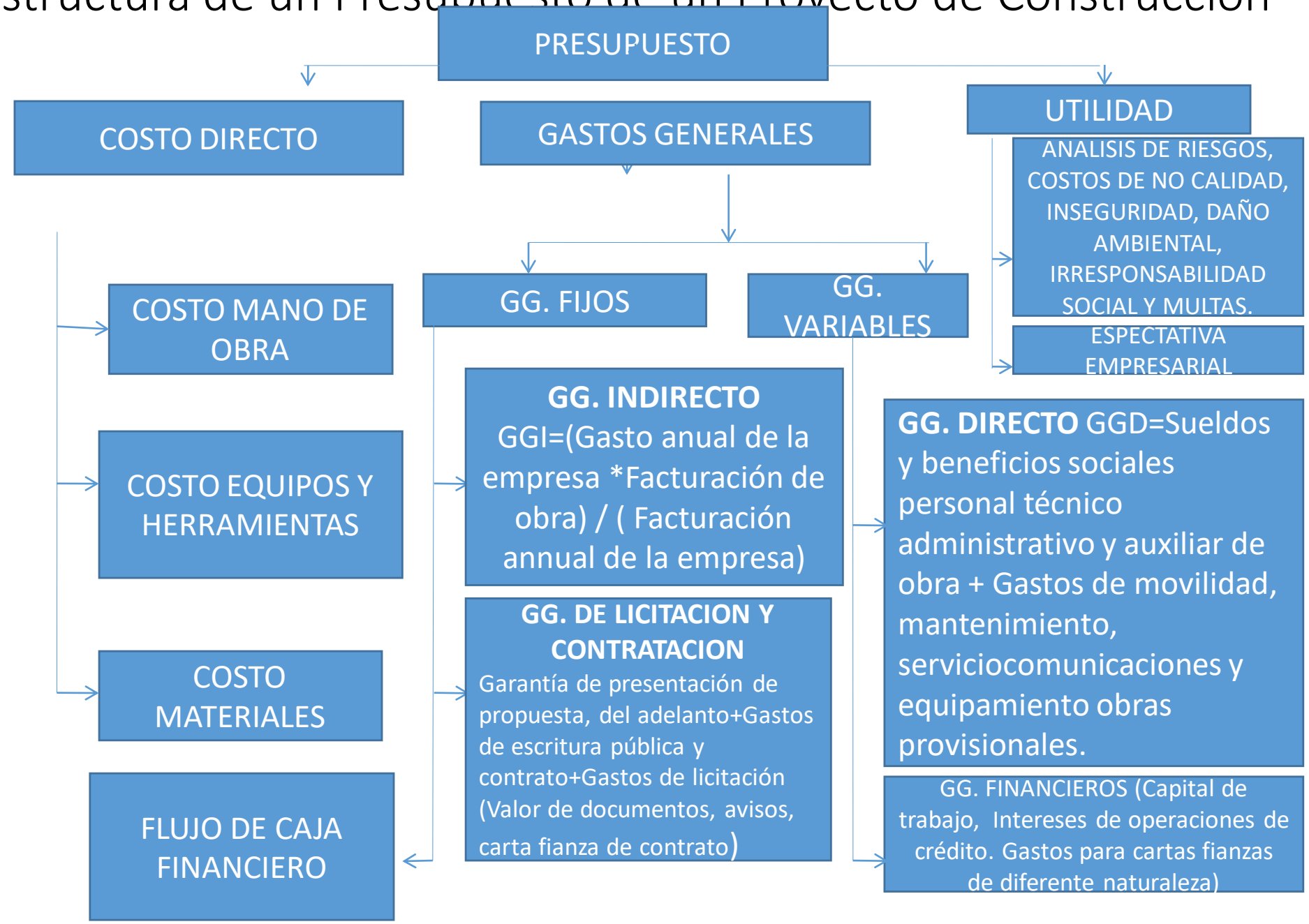
Análisis comparativo del modelo actual (Costos y Presupuestos estáticos con el modelo propuesto (Costos y Presupuestos dinámicos)

Descripción	Modelo actual	Modelo Propuesto
Uso en la Programación interna de Obra	No	Sí,
Sirve para pedido de materiales	No	Sí
Metrados de fierro por diámetro	No	Si
Análisis de Riesgos	No	Si
Integración Costo.Tiempo-Alcance	Solo Costo.Alcance	Si
Puede aplicarse modelos BIM	No	Sí.
Pude utilizarse Programación 4D y 5D	No	Si
Se elaboran Partidas o Proceosos	Solo partidas	Procesos y luego partidas.
Sirve para Cronograma contractual	Si	Si
Sirve para programa de Obra	No	Si
Sirve para Control de Obra	No	Si
Usa softwares de Gestión de Riesgo como @Risk, Crystal Ball, Risky Project	No	Si
Sirve para Control del Costo y Tiempo	Solo Tiempo	Si
Utiliza Constructabilidad y Last Planner	No	Si

ALINEAMIENTO DE PLANES OPERATIVOS A LOS PLANES TÁCTICOS Y ESTRATÉGICO de una EMPRESA CONSTRUCTORA



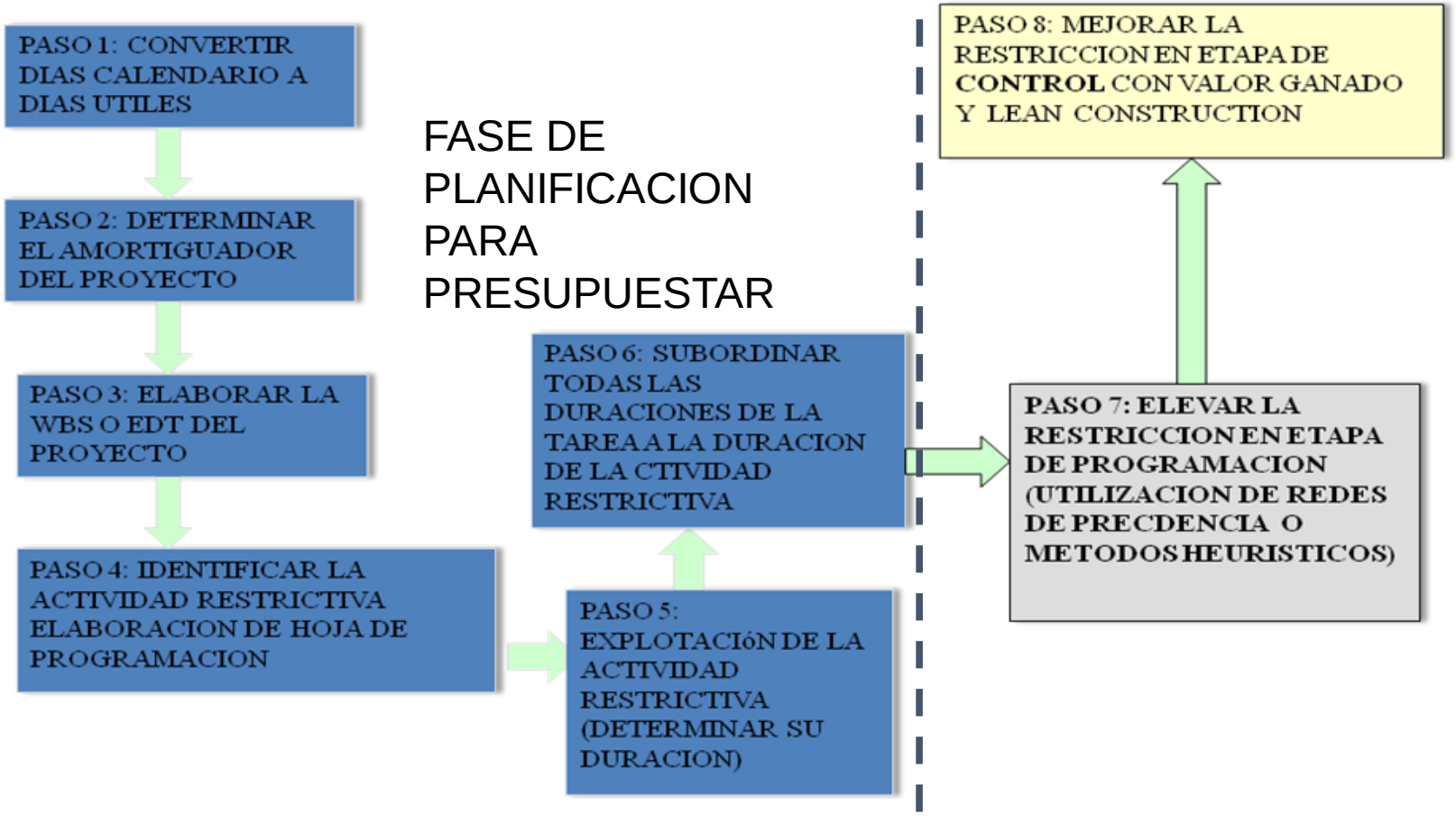
Estructura de un Presupuesto de un Proyecto de Construcción



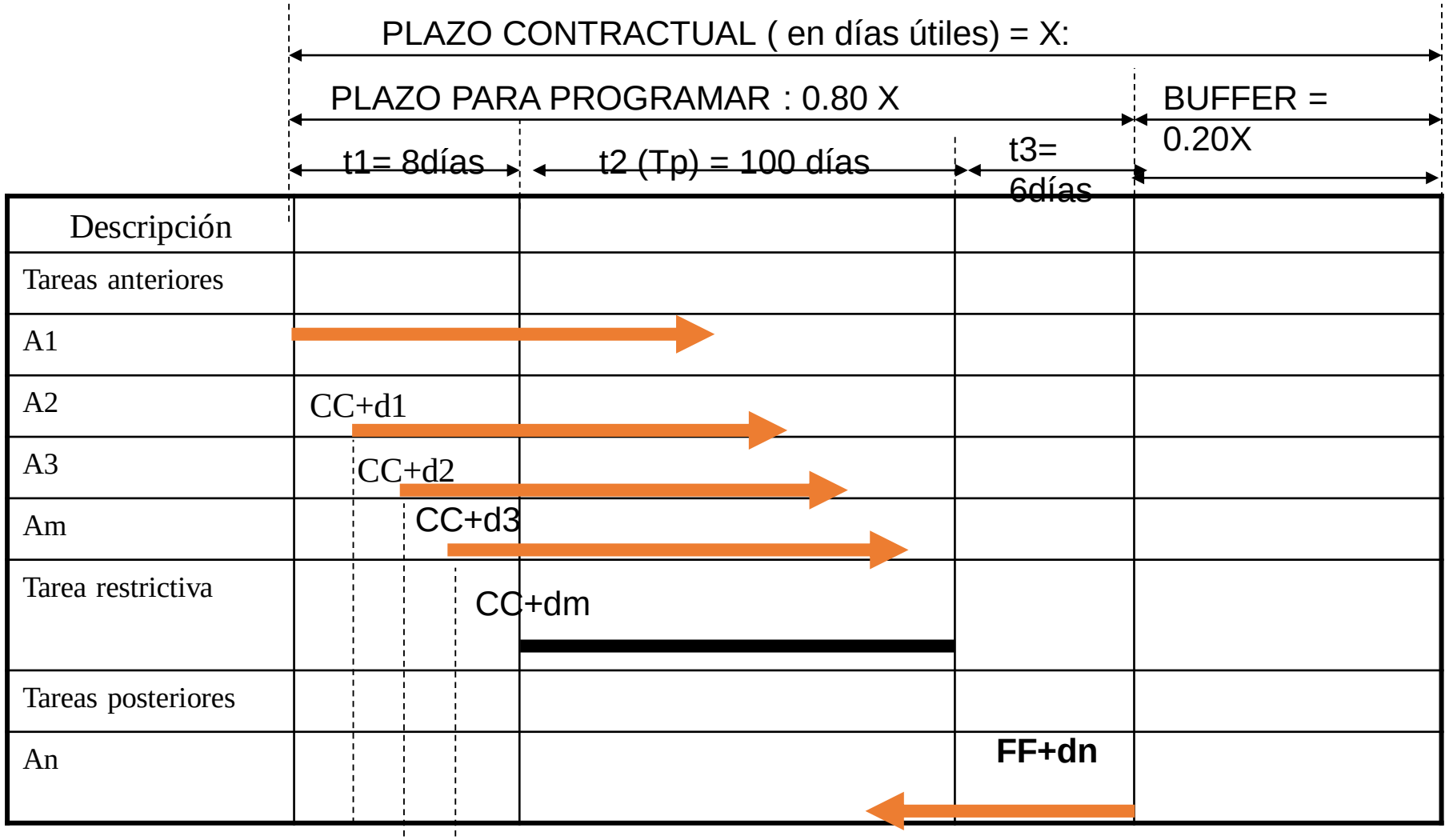
Resumen de un Presupuesto de Construcción

- Costo Directo(CD) (1) = 100
- Gastos Generales (20% de CD) (2)= 20
- Subtotal (3)= (1)+(2) = 120
- Utilidad (p.ejemplo: (4)=8.5% de (3) = 10
- Total Pres.sin IGVóIVA (5)=(3)+(4)= 130
- IGV ó IVA (6)=18% de (5) = 23.4
- Total Pres. Con IGV ó IVA = 153.4
- **NOTA: Los datos de (2), (4) y (6) son referenciales**

PROCESO DE PLANIFICACION



DETERMINACIÓN DEL PLAZO DE UN PROYECTO

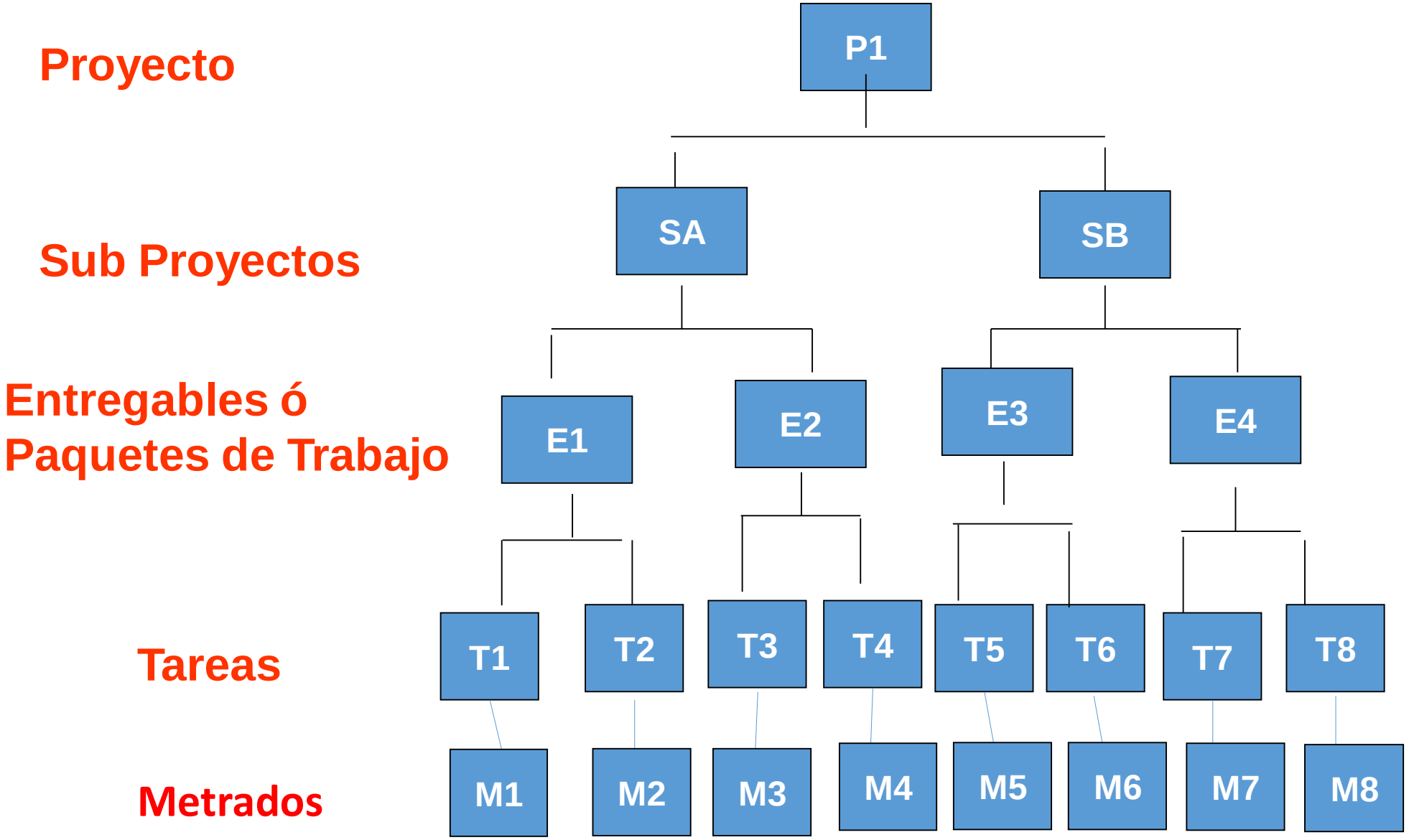


PLAZO PARA PROGRAMAR (0.80X=(8+100+6)
PPP (X)=114/0.80 IGUAL A 143 DIAS CALENDARIO.

METODOLOGIA PARA ELABORAR PRESUPUESTO DINÁMICO

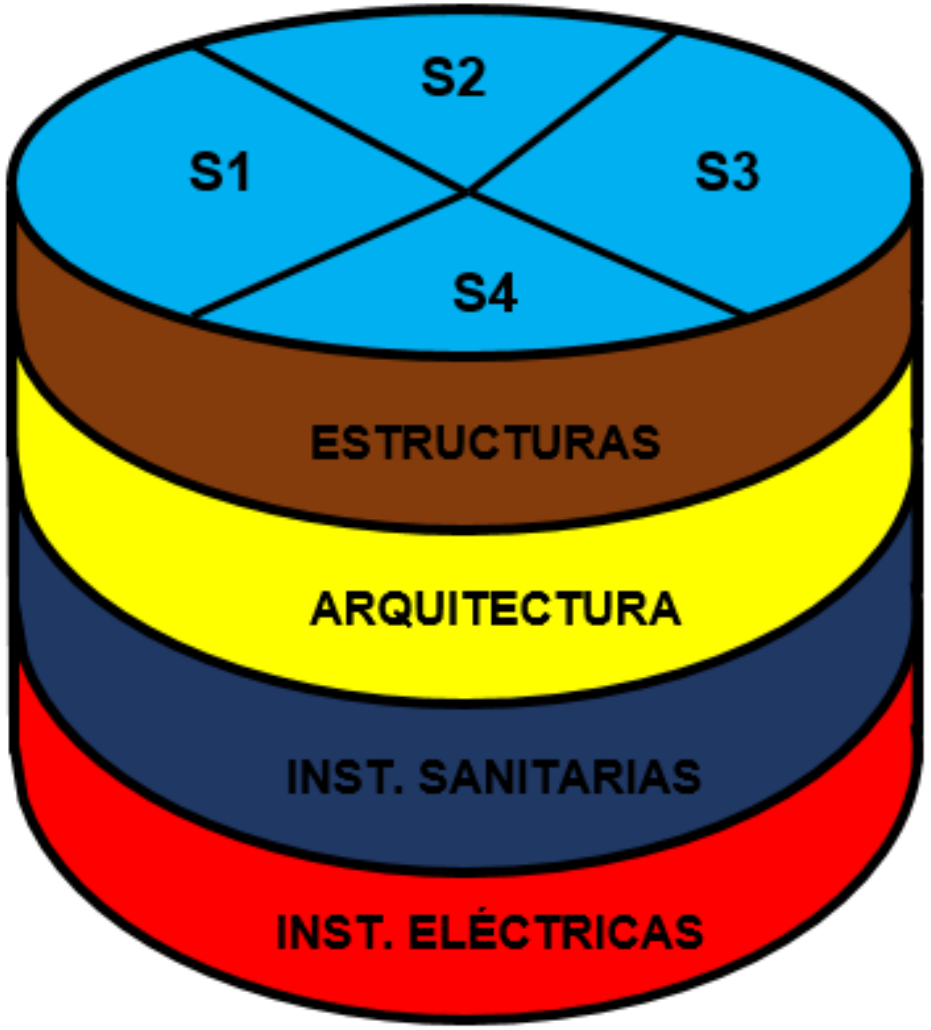
- 1.-Elaborar la Estructura de Descomposición del Trabajo o WBS (Work Breackdown Structure).No a nivel de entregables o fase como recomienda el PMI (Project Managemente Institute) sino a nivel de metrados, ya que a la fecha no existe un sistema para metrar de tal modo que sea revisable por cualquier persona.

ESQUEMA DE UNA EDT (WBS)



Sistema de Metrados WRC, basado en tecnología BIM

- **Caso Obras concentradas**
- **Edificaciones en general**



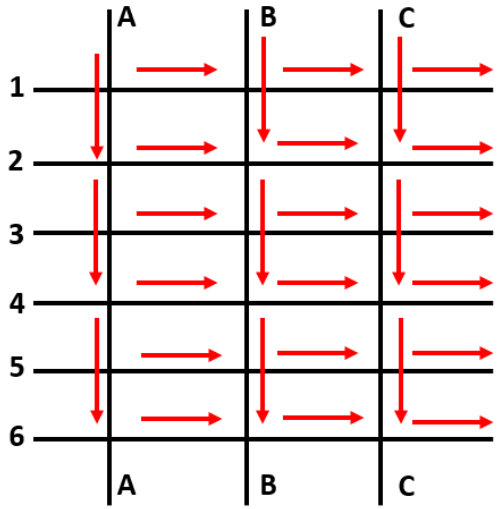
ESTRUCTURAS

Cimentaciones corridas zapatas columna, vigas se metra por ejes:

1° De arriba-abajo

2° De izquierda a derecha

NOTA: Los muros separados por espesor 0.25: cabeza; 0.15: saga: 0.1: canto



- **Los muros portantes, los tabiques por ejes que encierran áreas Eje A-B y 1-2 (si es que hay tabiques)**
- **Muros de cabeza secuencia:**
- **Arriba-Abajo**
- **A y 1-2; A y 2-3; etc**
- **Izquierda a derecha.**
- **Una vez terminado los ejes A y 1 hasta 6 pase a la derecha al eje B y 1 hasta 6**
- **Finalmente pasar a la derecha eje C y 1 hasta 6.**
- **En metrado de fierro hace cuadro de densidad.**

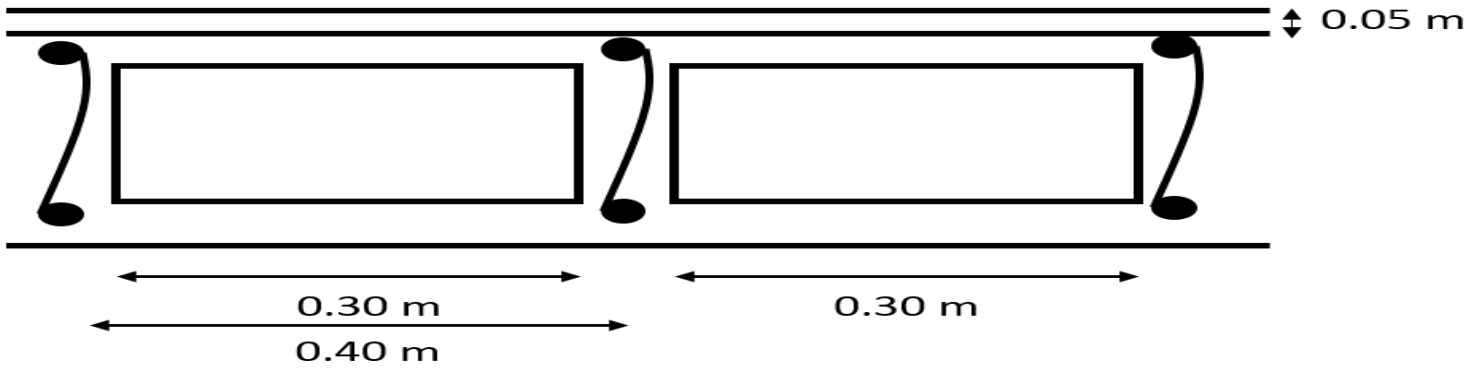
Zapatas $\varnothing = 3/8$; $\varnothing = 1/2$ **800kp/1200kp**

$$Area\ de\ techo = 10 * 8 = 80m2$$

$$Area\ libre = 4 * 8 = 32m2$$

$$Area\ ocupada = 80 + 32 = 112m2$$

- **El metrado de aligerado es por área neta (Descontar área de vigas)**
- **Se determinan los coeficientes de aportes de ladrillos de techo y concreto.**
- **El fierro de temperatura normalmente es de** $\varnothing = 1/4''$ **o menor y va transversal a las viguetas.**
- **También se pueden usar mallas electrosoldadas.**



1.- Se toma un área aligerada de 1m*1m

2.- Coeficiente de aporte para losa aligerada de h=0.25 m

2.1.-Ladrillos N°viguetas *1.00 m0.40 m=2.5 veces*

En el otro sentido *1.00 m0.30 m=3.33 veces 2.5*3.33=8.23*

2.2. Concreto *f'c=210 kgcm2*

*Viguetas:2.5*0.10*0.20=0.05*

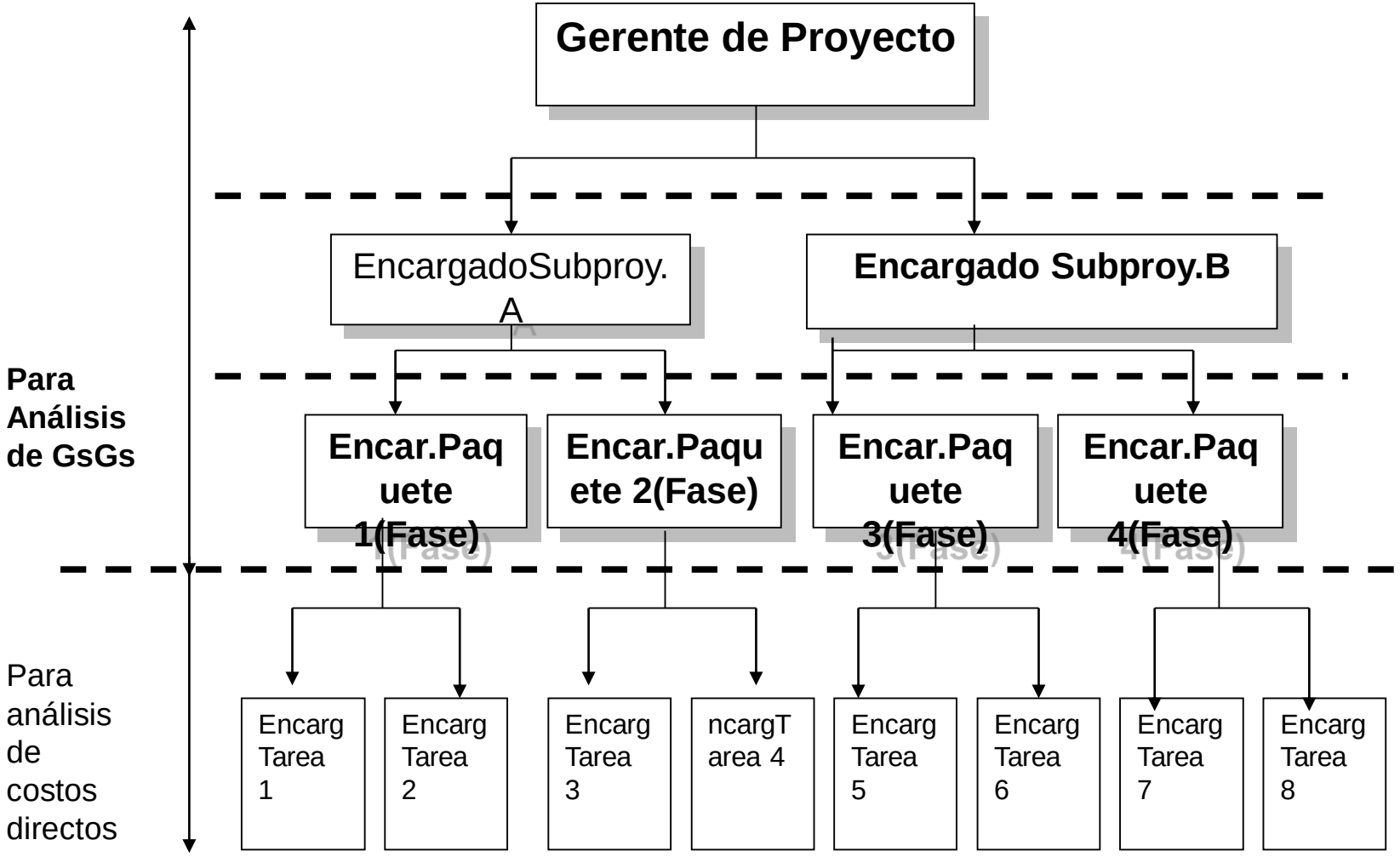
*losa 0.05*1.0 m*1.0 m=0.05 m3=0.1m3m2 alig*

Para los metrados de Arquitectura se metra para ambientes y entre paréntesis sus ejes. Siempre de arriba-abajo y luego de izquierda-derecha.

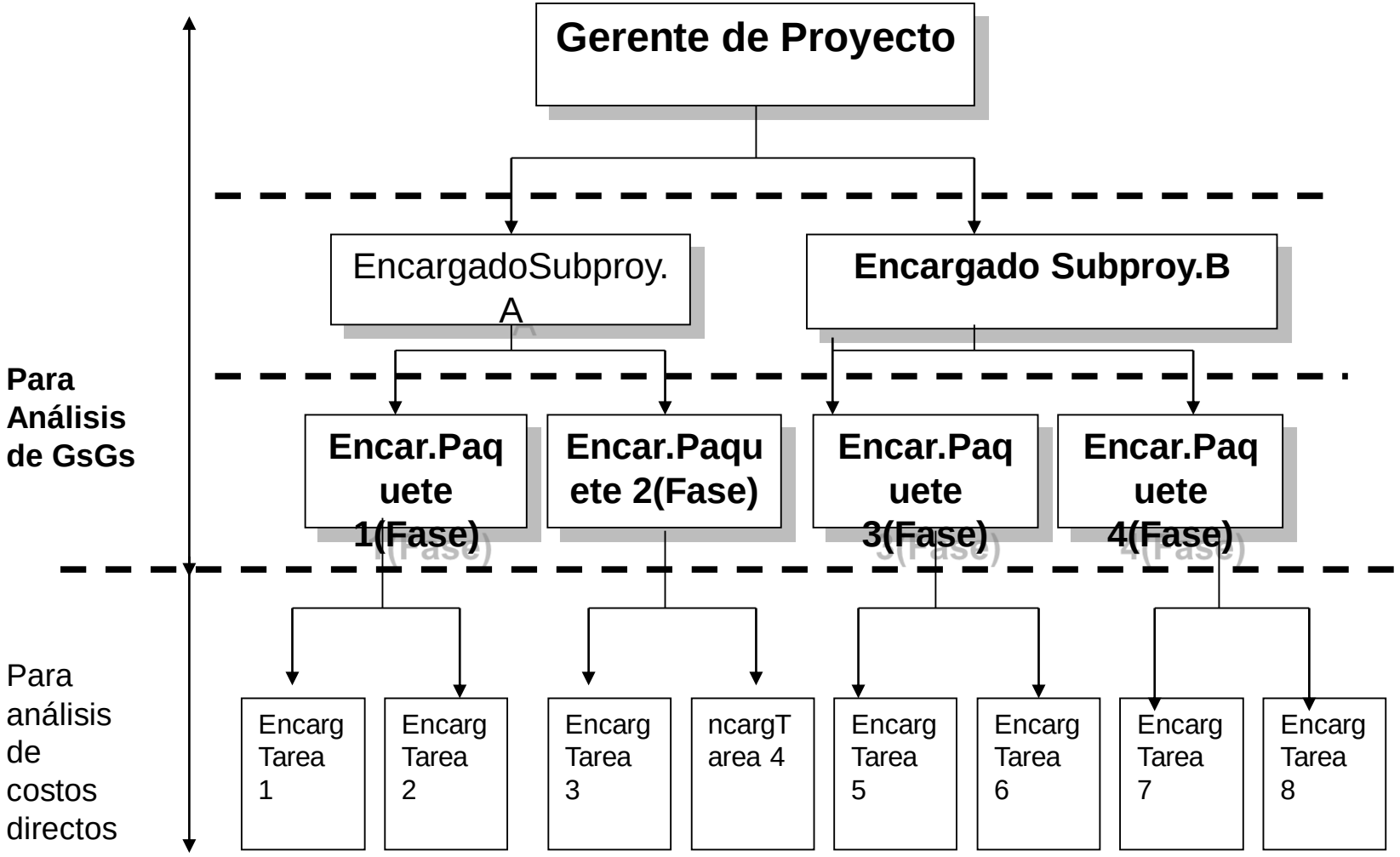
<u>Instalaciones sanitarias y eléctricas</u>

- Exteriores a baños y cocina
- Metrar detalladamente tubos, niples y accesorios en baños, cocina

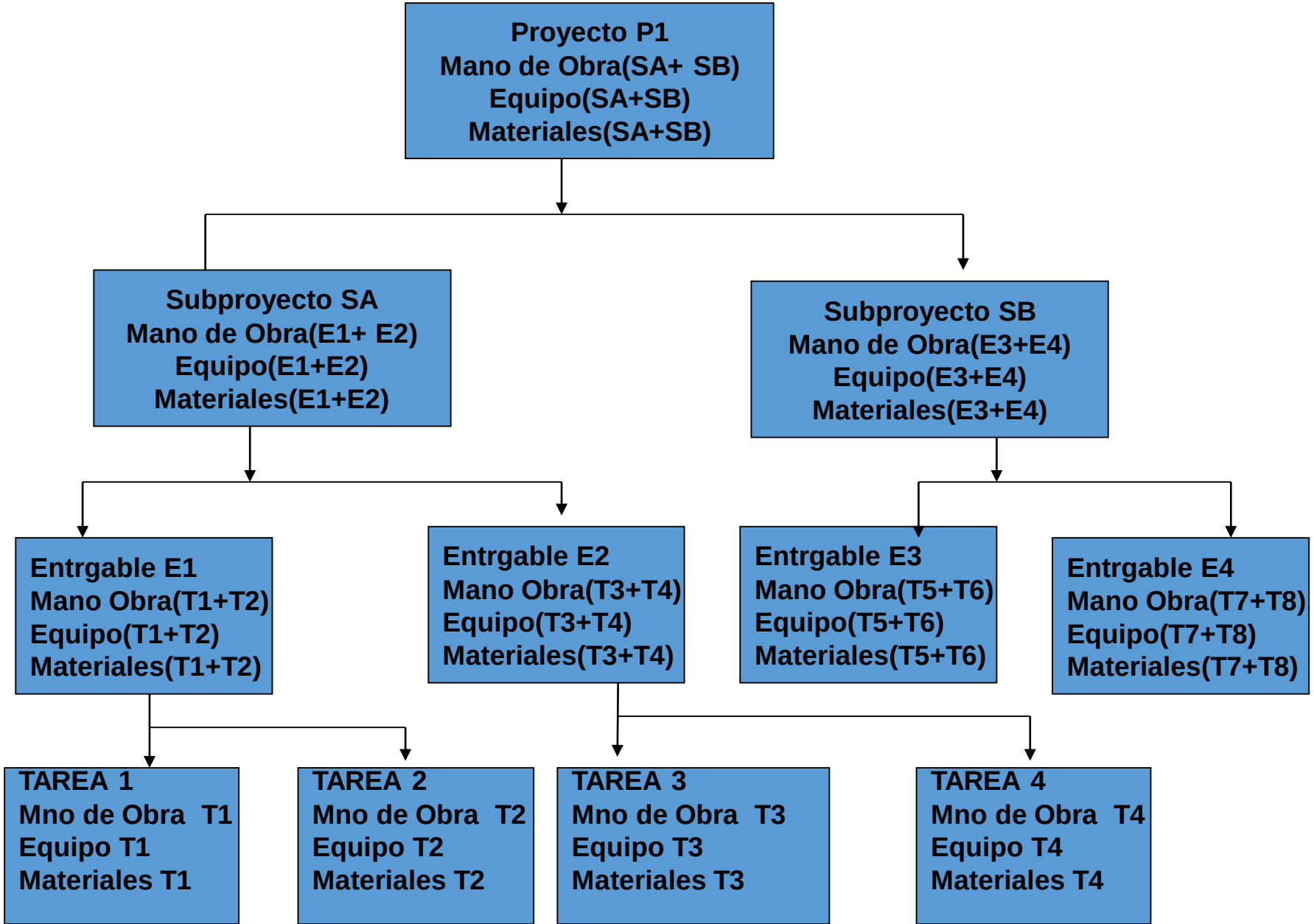
EDO ó OBS(Organizacional Breackdown Structure) tipo Organigrama(Modelo más usado)Gerente de Proyecto



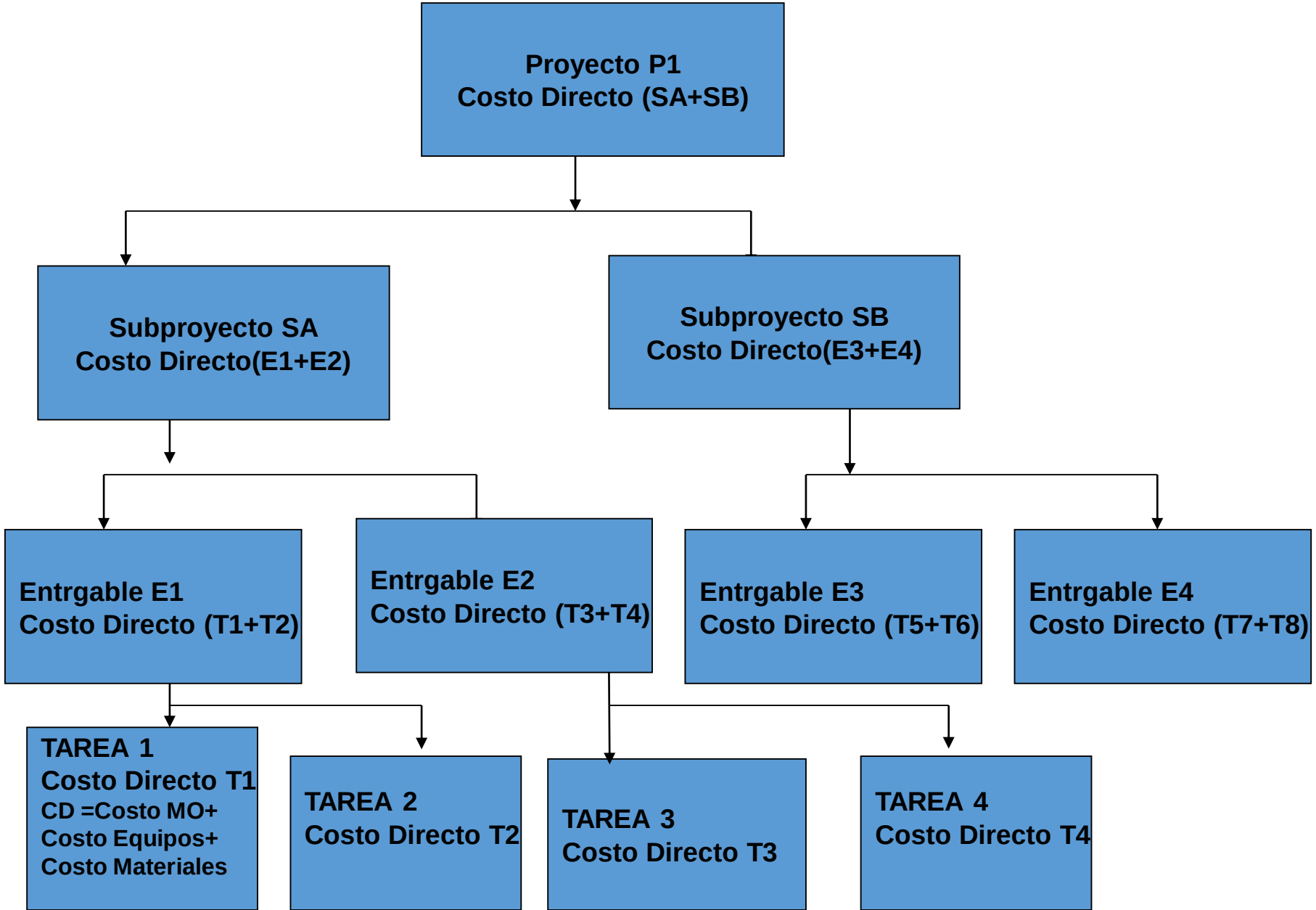
EDO ó OBS(Organizacional Breackdown Structure) tipo Organigrama(Modelo más usado)Gerente de Proyecto



ESQUEMA DE UNA EDR ó RBS



ESQUEMA DE UNA EDC ó CBS



ESTRUCTUTURA DE DESCOMPOSICIÓN DE RECURSOS (EDR) PARA UNA HOJA DE PLANIFICACIÓN

De estas columnas en amarillo se hace listado de recursos para realizar [para 3 realizaciones], que es donde se ubicaban que de dia

HOJA DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION PRIMERA PARTE

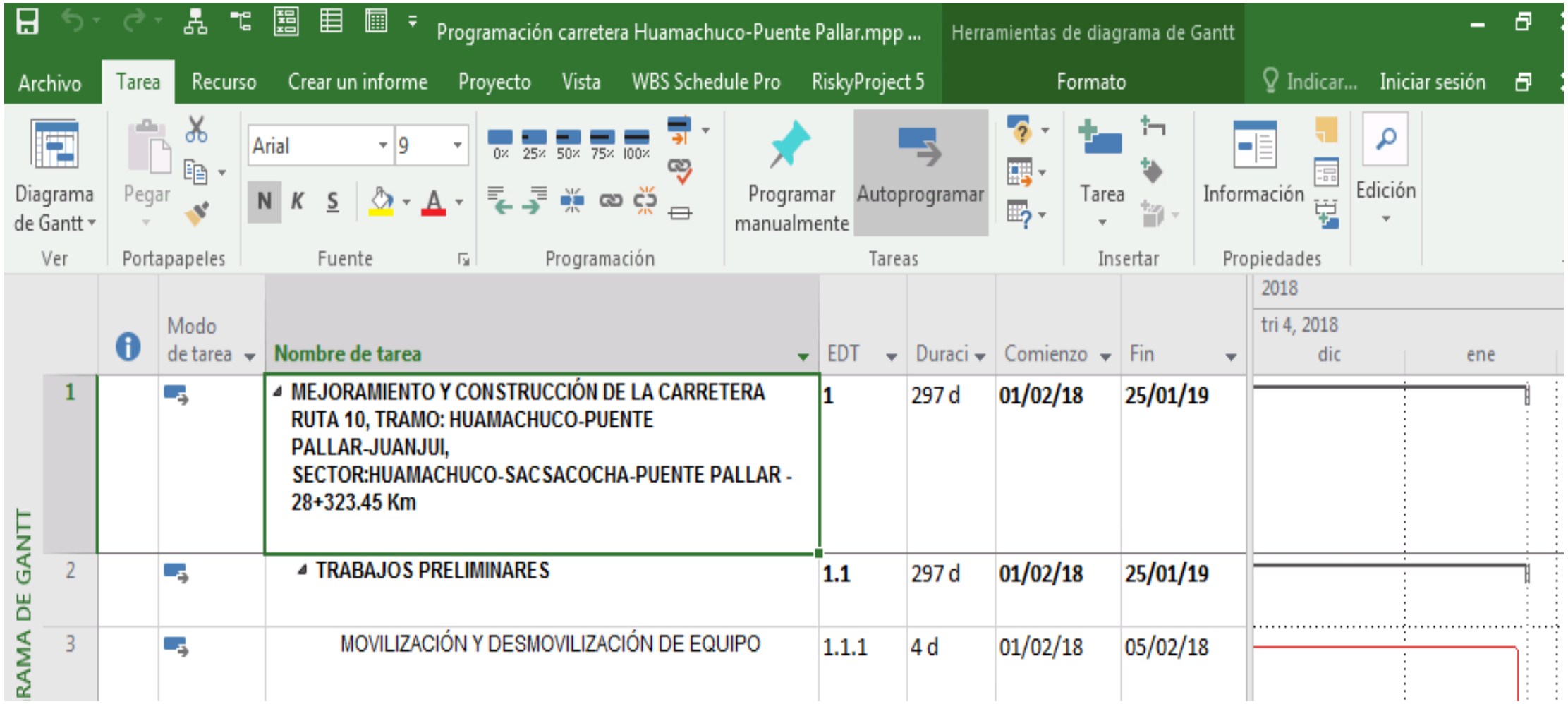
	PRESUPUESTO																																			
CIÓDIGO	CÓDIGO PRESUPU	NOMBRE	METRADO		COSTO UNIT	PARCIAL	DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO UN	ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DE LOS RECURSOS - CUADRILLA UNITARIA									ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DE LOS COSTOS									
			Unidad	Cantidad	(S/)	(S/)		JORNADA DE 8 HORA	Capataz HH	Operario HH	Peón HH	Mezclado HH	Vibrador HH	Herramie (S/)	Cemento Bolsa	Arena m3	Piedra m3	Capataz (S/)	Operario (S/)	Peón (S/)	Mezclado (S/)	Vibrador (S/)	Herramie (S/)	Cemento (S/)	Arena (S/)	Piedra (S/)	
		TÍTULO		1	2	(1) X (2)												COSTOS UNITARIOS DE RECURSOS (YA EN COLUMNA RESPECTIVA EN PRESUPUESTO									
		SUBTÍTULO																									
		A	M3	2000	300.00	761,300.00	Cuadrilla unitaria	20	1.00	2.00	10.00	1.00	1.00					5.00	12.00	64.00	14.00	5.00	5.00	190.00	22.00	45.00	300.00
							Rendimiento y coeficientes		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000	0.7500	24.00	22.00	16.00	35.00	14.00	5.00	22.00	45.00	60.00	
		B																									
		C							RENDIMIENTOS						COEFICIENTES			COSTOS DE RECURSOS									
		ETC.																									

ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DE LOS COSTOS DIRECTOS PARA UNA HOJA DE PLANIFICACIÓN

HOJA DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN SEGUNDA PARTE Aquí se determinan las duraciones de las actividades, fecha a actividades

	PRESUPUESTO						RENDIMIENTO UNITARIO	ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DE LOS RECURSOS - CUADRILLA UNITARIA										Número		RECURSOS DIARIOS								
CÓDIGO	CÓDIGO PRESUPU	NOMBRE	METRADO		COSTO UNIT	PARCIAL	JORNADA DE HORAS	Capataz	Operario	Peón	Mezclado	Vibrador	Herramie	Generale	Arena	Piedra	Tiempo U	cuadrilla	Duración	Capataz	Operario	Peón	Mezclado	Vibrador	Herramie	Generale	Arena	Piedra
			Unidad	Cantidad	(S/)	(S/)	Ho						(S/)	Indiv	m3	m3	Tu	c	Tu						(S/)	Indiv	m3	m3
		TÍTULO		1	2	(1)X(2)																						
		SUBTÍTULO																										
		A	H3	2000	206.21	412,400.00	20	1.00	2.00	10.00	1.00	1.00	0.1000	0.1000	0.5036	0.7040	100	2.00	50	2.00	4.00	20.00	2.00	2.00	0.20	10.00	1.02	1.52
		B																										
		C																										
		ETC.																										

Resumen de la Programación de una carretera. Plazo interno: 297 días útiles



Determinación del Plazo contractual

PLAZO CONTRCTUAL: X EN DÍAS CALENDARIO. PLAZO EN DÍAS ÚTILES X/1.20

297+ 0.25(x/1.20) = X (Ecuación para definer el plazo contractual(

X= (297 * 1.20)/ 0.75

X= 475 DÍAS CALENDARIO

Buffer o amortiguador de plazo

1.-OBRAS CON BAJA INCERTIDUMBRE(EDIFICACIONES SIN CIMENTCIONES PROFUNDAS, REDES DE AGUA Y CONEXIONES DOMICILIARIAS, LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRIC)

10% < B< 20% DEL PLAZO CONTRCTUL EN DÍAS ÚTILES.

2.-OBRAS CON MEDIANA INCERTIDUMBRE (CARRETERAS, CANALES, L'INEASW DE IMPULSI'ON, REDES DE ALCANTARILLA, etc)

20% < B< 30% DEL PLAZO CONTRCTUL EN D'IAS 'UTILES..

3.-OBRAS CON ALTA INCERTIDUMBRE(CIMENTACIONES PROFUNDS, OBRAS PORTURIAS, TÚNELES)

30% < B< 40% DEL PLAZO CONTRCTUL EN DÍAS ÚTILES..

METODOLOGÍA PARA ELABORAR PRESUPUESTO DINÁMICO; PASO 2

- **Luego de definir el plazo requerido para hacer Análisis de Costos Indirectos o Gastos Generales y paralelamente haber desarrollado la Estructura de Descomposición de la Organización, (EDO) que se costea como Gastos Técnicos y Administrativos de los Costos Indirectos, se procede a elaborar, paralelamente, la Estrucura de Descomposición de los Recursos (EDR) que corresponde al último nivel de la EDT. Luego de la EDR se elabora la Estructura de Descomposición de los Costos Directos (EDC). Teniendo el ALCANCE definido, a partir de la EDT, elaboramos los METRADOS o cuantificación de los procesos o tareas del Proyecto.**

Continuación paso 2

- **Calculado los Costos Directos en Hoja de cálculo o software ad hoc como el S10 en Perú y desarrollado los metrados, se elabora el Presupuesto a nivel de Costo Directo.**
- **Con datos anteriores, se elabora la Hoja de Programación para definir, las duraciones de cada tarea o proceso y los recursos diarios.**
- **Se desarrolla la matriz de Precedencias y luego usando un software de Gestión de Proyectos como el MSProject, Primavera u otro se reporta los datos para el Flujo de Caja Financiero a nivel de Costo Directo y puede exportarse a una Hoja de cálculo como el Excel, para completar los datos de Flujo de Caja Preliminar.**

Fórmulas para cálculo de Hoja Planificación y Programación

- **Ru ¡ Rendimiento Unitario de Cuadrilla Unitaria.**
- **Tu: Tiempo Unitario: Cantidad / Ru**
- **Tp= Duración de la tarea.**
- **f: Número de cuadrillas**
- **f =Tu / Tp**
- **Recursos diarios= f * Recursos unitarios**
- **Rendimiento= 1 / Productividad (P) donde P= Producci'on / Recuros**
- **Trabajo = Rendimiento x Cantidad por ejecutar cada tarea**

La Hoja de Planificación y Programación

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	CD(S/,)	Cap	Op.	Pe	Retro	Com	Cist.	Ru	Rend	HH
LÍNEA DE COND.												
OBRAS PRELIM.												
Trazo y replanteo	m	10 000	5 000	0.3	1	2				1000	0.0264	264
MOV. TIERRAS												
Excav. zanja	m3	7 200	129 600	0.17	0.7	1	0.7			72	0.2078	1496
Cama de apoyo	m2	6 000	18 000	0.40	1	3				60	0.5867	3520
Relleno	m3	6 093	213 255	0.54	1.7	3.7	0.3	1	0.40	10	4.7520	28954
TUBERÍAS												
Colocación tubo	m	10 000	800 000	0.40	1	3				60	05867	5867
VARIOS												
Prueba hidráulica	m	10 000	30 000	0.36	1.8	1.8				100	0.3168	3168
TOTALES			1 195 855									43269

Hoja de P y P:Determinación de duraciones de las tareas y sus recursos diarios.

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	CD(S/,)	Cap	Op.	Pe	Retro	Com	Cist.	Ru	Tu	Tp	f
LÍNEA DE COND.													
OBRAS PRELIM.													
Trazo y replanteo	m	10 000	5 000	0.3	1	2				1000	10	10	1
MOV. TIERRAS													
Excav. zanja	m3	7 200	129 600	0.17	0.7	1	0.7			72	100	100	1
Cama de apoyo	m2	6 000	18 000	0.40	1	3				60	100	100	1
Relleno	m3	6 093	213 255	3.29	10.35	22.53	1.83	6.09	2.44	10	609	100	6.09
TUBERÍAS													
Colocación tubo	m	10 000	800 000	0.						60	167	100	1.67
VARIOS													
Prueba hidráulica	m	10 000	30 000	0.36	1.8	1.8				100	100	100	1
TOTALES			1 195 855										

RECURSOS DIARIOS

Matriz de Precedencia de una línea de Conducción

Id	Nombre	Precedencias	OBSERVACIONES
1	LÍNEA DE COND.		
2	OBRAS PRELIM.		
3	Trazo y replanteo		
4	MOV. TIERRAS		
5	Excav. zanja	3CC+2	Comienza dos días después del Comienzo de Trazo y Replanteo.
6	Cama de apoyo	5CC+1	Comienza 1 día después del comienzo de excavación de zanja
7	Relleno	10CC+1	Comienza un día después del comienzo de la Colocación tubo
8	TUBERÍAS		
9	Suministro de tubos y accesorios	3CC	Es paralelo al Trazo y Replanteo
10	Colocación tubo	6CC+1;9CC+1	Comienza un día después de la cama de apoyo y 1 día después del comienzo del suministro.
11	VARIOS		
12	Prueba hidráulica	7CC+3	Comienza 3 días depués del comienzo de Relleno.
13	Limpieza final de obra	12FF+2	Finaliza 2 días después de finalizada la prueba hidráulica

ESQUEMA DE UN FLUJO DE CAJA FINANCIERO PRELIMINAR

DESCRIPCI´´ON	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	TOTALES
INGRESOS (I)							
EGRESOS €							
BALANCE PARCIAL (I-E)							
BALANCE ACUMULADO							
TASA PASIVA							
TASA ACTIVA							
RESULTADO DEL FLUJO DE CAJA FINANCIERO	A NIVEL DE	COSTO DIRECTO.					

PASO 3

- **Luego de elaborado e Flujo de caja financiero a nivel de Costo Directo, se incorpora este resultado al Análisis de Gasto General como incremento si la suma de la tasa pasiva es menor a la tasa activa (sobregiro bancario) y si es lo contrario, se resta del Gasto general, como ahorro financiero.**

- **Lugo de ello se completa los otros rubros de Gastos generales y se incorpora al Flujo preliminar tanto en Ingresos como egresos el resumen de Gastos generales y la Utilidad con lo cual se elabora el flujo de caja financiero definitivo y este resultado se agrega o disminuye en el Análisis de Gasto Gneral final.**

ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES FINAL

1.1 GASTOS GENERALES VARIABLES

1.1.1 GASTOS TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS DE OBRA

1.1.2 GASTOS FINANCIEROS

1.2.2.5 Sobregiro o ahorro bancario (De acuerdo a flujo de caja financiero)

1.1.3 **ALQUILERES O SERVICIOS**

1.1.4 **ARTÍCULOS DE CONSUMJO**

1.2 **GASTOS GENERALES FIJO**

1.2.2 **GASTOS DE LICITACION Y CONTRATACION**

1.2.3	**GASTOS VARIOS**
	Gastos de licitaciones no otorgadas
•	**Inscripcion en el Registro Nacional de Proveedores, patentes , regalias.**
	Consultores y asesores

GASTOS INDIRECTOS (OFICINA CENTRAL)

Ejemplo de Flujo de caja final, incluido Gastos Generales y Utilidad

FLUJO DE CAJA DEL DREN L= 3Km
Monto presupuesto contratado(sin IGV)

DESCRIPCIÓN	Costo Parcial(S/)		FLUJO(S/)						
		Semana -1	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Valorización bruta(CD+GG+Ut.)	**319,398.88**		83,827.17	88,430.34	88,430.34	58,711.03			
%			26.25%	27.69%	27.69%	18.38%			
INGRESOS									
Valorización bruta(Vb=CD+GG+Ut.)	**319,398.88**				83,827.17	88,430.34	88,430.34	58,711.03	
Reintegro	0				0.00	0.00	0.00	0.00	
Total Presupuesto + Reintegro	**319,398.88**				83,827.17	88,430.34	88,430.34	58,711.03	
Adelanto efectivo(20% de Pres. contrato)	63,879.78	63,879.78							
Adelanto materiales(Tub. PVC dren)	127,759.55	127,759.55							
Amortización del adelanto en efectivo	-63,879.78				-16,765.43	-17,686.07	-17,686.07	-11,742.21	
Amortización del adelanto de materiales	-127,759.55				-33,530.87	-35,372.14	-35,372.14	-23,484.40	
Fondo de Garantía(5% de Vb)	-15,969.94				-4,191.36	-4,421.52	-4,421.52	-2,935.54	
Devolución Fondo de Garantía	15,969.94								15,969.94
Total Ingresos	**319,398.88**	**191,639.33**	**0.00**	**0.00**	**29,339.51**	**30,950.61**	**30,950.61**	**20,548.88**	**15,969.94**
EGRESOS									
Costo Directo	**284,224.84**								
Mano de Obra	**31,414.60**								
Capataz	3,821.40		486.36	277.92	277.92	2,779.20			
Operario	3,203.20		1,281.28	960.96	960.96				
Peón	24,390.00		2,731.68	1,560.96	1,560.96	18,536.40			
Equipo y Herramientas	**50,968.20**								
Retroexcavadora	32,598.00		4,346.40	8,692.80	8,692.80	10,866.00			
Compactadora	16,992.00					16,992.00			
Herramientas	1,378.20		180.60	40.20	40.20	1,117.20			
Materiales	**201,842.04**								
PVC 10"	169,962.04	33,990.00	67,980.00	67,992.04					
Materiales varios	31,880.00	31,880.00							
Gastos Generales	**11,514.86**								
Sueldo mano de obra	5,757.43		1,511.05	1,594.03	1,594.03	1,058.32			
Gastos financieros	2,878.72		755.53	797.02	797.02	529.15			
Gastos oficina en obra	1,439.36		377.76	398.51	398.51	264.58			
Gastos varios	1,439.36		377.76	398.51	398.51	264.58			
Utilidad	**23,659.18**		6,209.42	6,550.40	6,550.40	4,348.96			
Total Egresos		**65,870.00**	**86,237.84**	**89,263.35**	**21,271.31**	**56,756.39**			
Flujo semanal		125,769.33	-86,237.84	-89,263.35	8,068.20	-25,805.78	30,950.61	20,548.88	15,969.94
Flujo acumulado		125,769.33	39,531.49	-49,731.86	-41,663.66	-67,469.44	-36,518.83	-15,969.95	-0.01
Tasa Pasiva(ahorro) Tasa anual= 12%	380.42	289.44	90.98						0
Tasa activa(préstamo)=24%	-486.39			-114.45	-95.88	-155.27	-84.04	-36.75	
Total costo de sobregiro	-105.97								

NOTAS: 1.-EL RESULTADO FINAL ES COMPARAR LA SUMA DE TASA ACTIVA MENOS TASA PASA PASIVA. 2.- SI ESTE RESULTADO PREDOMINA LA TASA PASIVA, ES AHORRO Y SE DISMINUYE EL GASTO GENERAL CALCULADO. 3.- SI PREDOMINA LA Tasa Activa se incrementa ese resultado en el Gasto General.

ANÁLISIS DE LA UTILIDAD

- **Se analiza bajo los siguientes criterios:**
- **1.-Espectativa del contratista, representa del 5 al 15% del total de la Utilidad.**
- **2.- Mitigación de los Riesgos calculado identificado previamente dichos riesgos e el Proyecto. Se elabora una matriz de Impacto x Probabilidad (IxP) de dichos riesgos en el Proyecto. Aplicando la Ley de Pareto, escogemos el 20% de los riesgos de mayor influencia en el proyecto y elaboramos el Análisis cuantitativo de dichos riesgos, usando softwares basados en modelo de Montecarlo como el @Risk, Crystal Ball, Risky Project, PERT Master de Primavera Project Planner. Con ello determinamos la variabilidad del Costo y Tiempo. Finalmente, mitigamos dichos riesgos costeándolos. Representa el 10 al 30% del Total de la Utilidad dependiendo del grado de incertidumbre.**

ANÁLISIS DE LA UTILIDAD

- **3.-Se analiza la Mitigación del Impacto Ambiental. Su incidencia en el Total de la Utilidad es del 10 al 20%.**
- **4.-Analizamos la Mitigación de la Seguridad de Obra y Salud Ocupacional. Representa alrededor del 5 aln15% del Total de la Utilidad.**
- **5.-Definimos los Gastos de Mitigación del Impacto Social. Representa del 5 al 15 % del Total de la Utilidad.**
- **6.-Los Costos de No Calidad, durante la ejecución del Proyecto, es del 10 al 30% del Total del Costo Directo.**
- **7.-Multas por atraso de Obra. Su incidencia en el Costo Total de la Utilidad es del 10 al 20%.**

Fórmula final de la Utilidad sugerida

- **U= 0.05-0.15 EC+ 0.10-0.30 MR+ 0.10-0.20 MIA+ 0.05-0.15 MSO+ 0.05-0.15 MIS+0.10-0.30 CNC+0.10-0.20 MU.**
- **EC= Expectativa del cliente.**
- **MR= Mitigación de Riesgos.**
- **MIA = Mitigación de Impacto Ambiental.**
- **MSO = Mitigación de Seguridad de Obra y Salud Ocupacional.**
- **MIS = Mitigación de Impqcto Social**
- **CNC = Cotos de No Calidad**
- **MU = Multas por atraso de Obra.**
- **Tomando como base de la Utilidad, el 10% del Costo Directo, puede variar del 55% al 145%, es decir, la Utilidad puede fluctar entre el 5.5% al 14.5% del Costo DIRECTO. Ello depende de los 7 factores aanalizados.**

ESTRUCTURA DEL PRESUPUESTO FINAL

- NOMBRE DEL PROYECTO:
- UBICACIÓN: FECHA
- REPONSABLE:

C'oDIGO	edt	Nombre tareas	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Parcial
					Total Costo Directo (CD)	100
					Gastos Generales (GG)	20
					UTILIDAD	10
					Total Presup.sin IGV	130
	1				**IGV o IVA (18% de 130)**	**23.4**
					TOTAL PRES. CON IGV	153.40

ORIGEN DEL BIM

Charles M. Eastman, del Georgia Tech Institute of Technology en Atlanta-Georgia-USA (1975). Libro Handbook of BIM.

En 1978 se presentó la primera versión de SigmaGraphics, desarrollado por Sigma Design International, de Alexandria, Louisiana, el cual posteriormente se denominó ARRIS CAD en el año de 1984: un entorno completamente dedicado a la arquitectura y la construcción. Este software originalmente fue desarrollado para entornos multitarea tales como UNIX/XENIX y actualmente trabaja bajo sistemas operativos de Windows.

La empresa húngara Graphisoft, la cual lo implementó bajo el nombre de Virtual Building (Edificio Virtual) desde 1987 en su programa ArchiCAD, reconocido como el primer software de CAD para computadora personal capaz de crear tanto dibujos en 2D como 3D

Autodesk comenzó utilizar el concepto BIM desde 2002 cuando compró la compañía texana Revit Technology Corporation por 133 millones de dólares

- BIM se usa para cualquier tipo de proyecto de infraestructura civil para crear visualizaciones para la aprobación de las partes interesadas, desarrollar modelos en 3D para identificar los problemas, y entregar los proyectos a tiempo y dentro del presupuesto

INTEGRACIÓN DINÁMICA DEL BIM

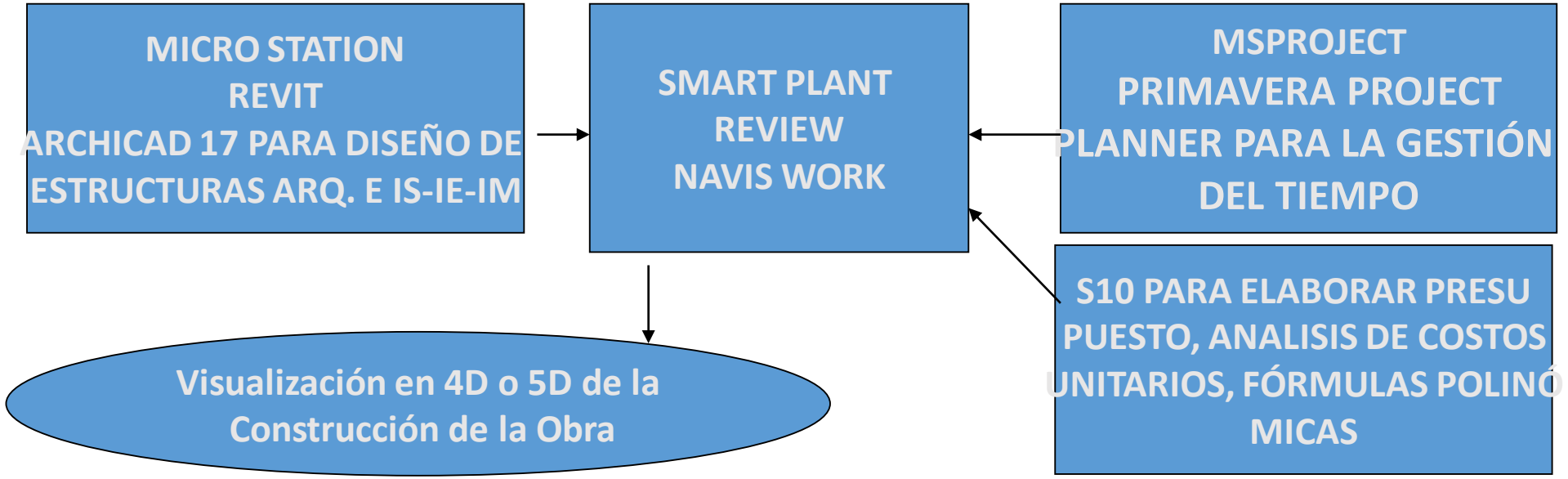
- BIM puede ser utilizado para ilustrar el proceso completo de edificación, de mantenimiento e incluso de demolición. Además, ámbitos laborales, detalles de componentes y secuencias de actividades de construcción pueden ser aislados y definidos.

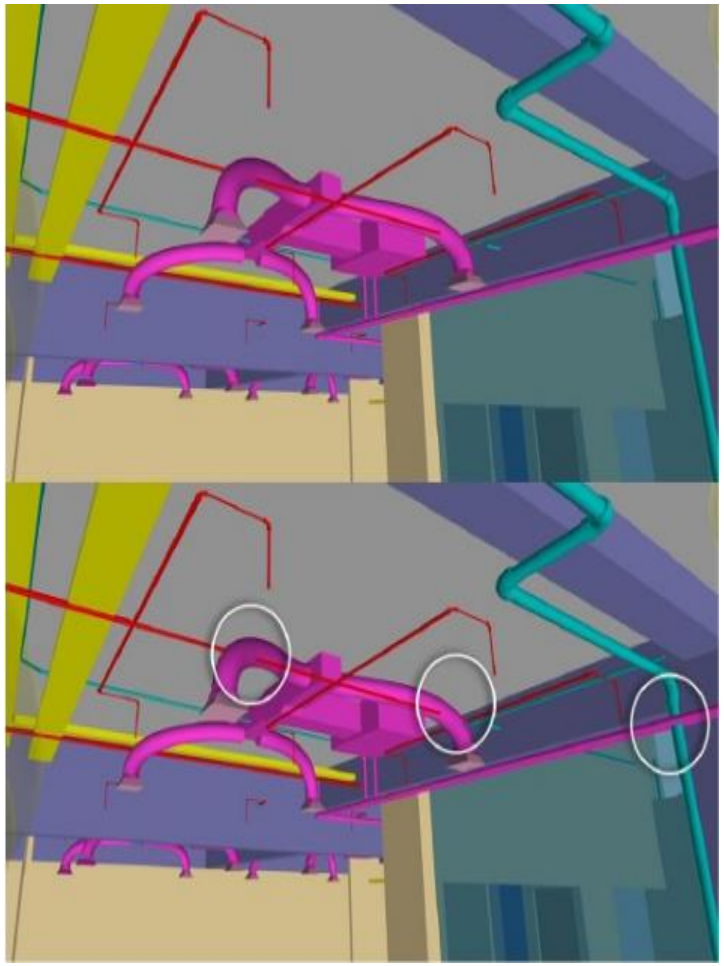
EL FUTURO DE LA CONSTRUCCION EN LATINOAMERICA

Software donde se Diseña en 3 dimensiones (Largo-ancho-alto) y elaborar metrados.

Software que permite combinar datos 3D con 4ta D (el tiempo) y 5D (costo)

Softwares que Proporcionan la Duración, secuencia y recursos de tareas

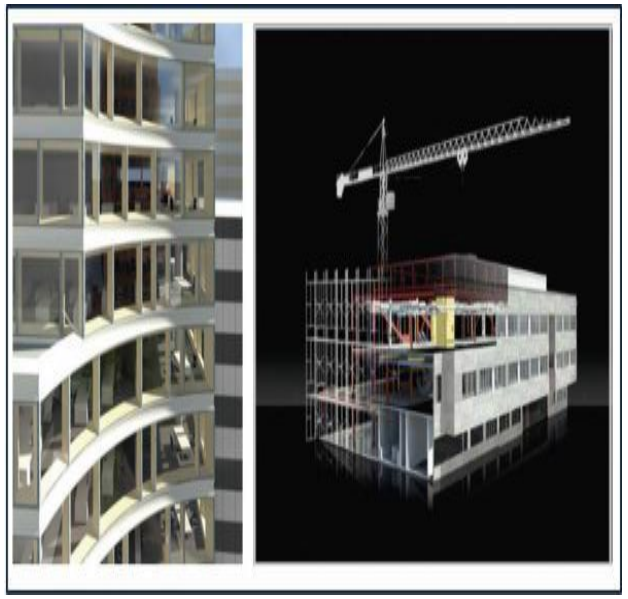




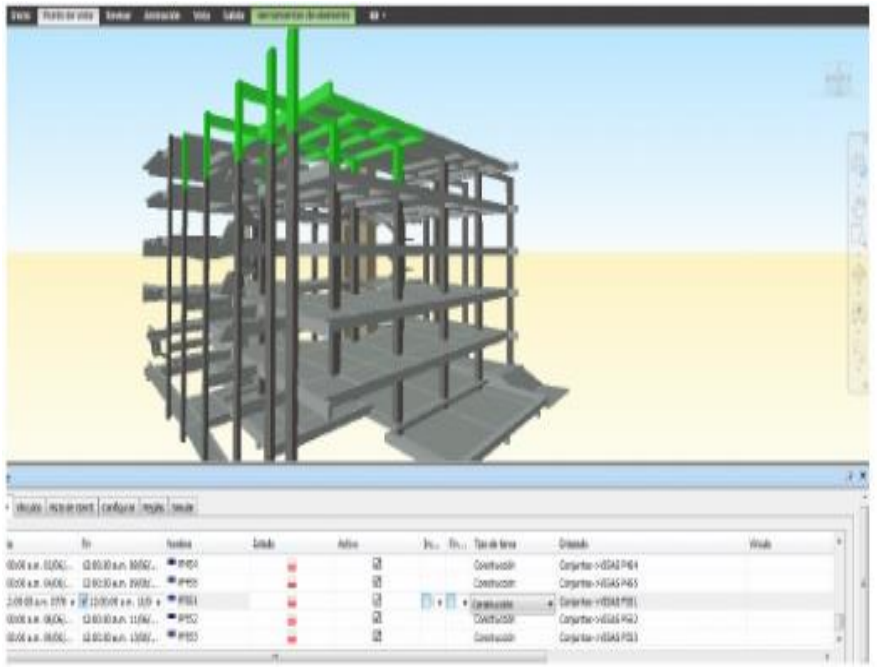
Interferencia entre tubería de agua contra incendio con ductos de extracción de monóxido

Interferencia entre ducto y tubería

VISUALIZACIÓN



Típica interfaz gráfica de un software de simulación 4D



Herramientas TIC más influyentes en la construcción (Colwell, 2008)

N°	Herramienta TIC	Peso
1	Software de Gestión de Proyectos	85%
2	Modelado 3D y 4D	77%
3	Computación móvil	73%
4	Software para planeamiento y programación de obras	71%
5	Sistemas ERP	66%
6	Hojas de asistencia web	38%
7	RFID y código de barras	32%

FASES DE MADUREZ CONGESTION BIM EN UN PROYECTO

Fase 1

Visualización y métricas

- - Visualización y modelos

Fase 2

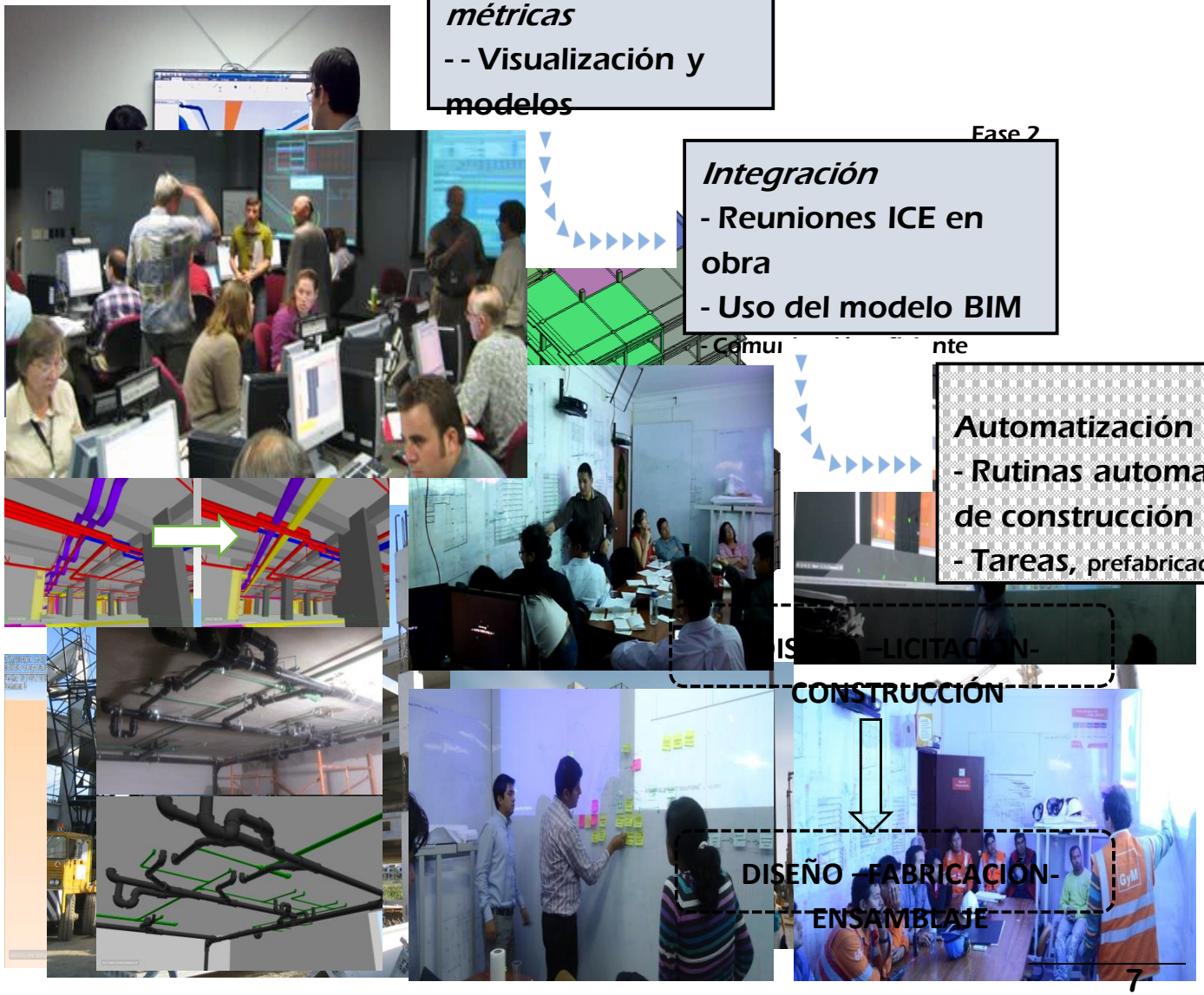
Integración

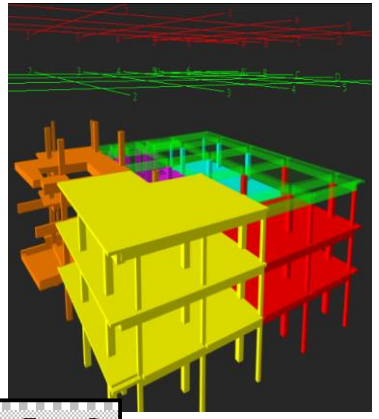
- Reuniones ICE en obra
- Uso del modelo BIM
- Comun nte

Fase 3

Automatización

- Rutinas automatizadas de construcción
- Tareas, prefabricado





APORTE DEL MODELO DINÁMICO DE PRESUPUESTAR OBRAS A LA INGENIERÍA NACIONAL y LATINOAMERICANO

Conclusiones

- **1.-El modelo presentado parte de elaborar previamente la Planificación del Proyecto a nivel de elaboración de expediente técnico, para que realmente se utilice en la ejecución de la obra y no como en la actualidad (Valor Referencial)que sólo se emplea para control de valorizaciones y avances físicos.**
- **2.-Se utiliza las técnicas del PMI, como WBS a nivel de metrados (innovación del suscrito), OBS(EDO), RBS (EDR). CBS (EDC), mitigación de riesgos, plan de manejo ambiental y daño ambiental, costos de seguridad y ocurrencia de accidentes, costos de calidad y no calidad. Flujo de caja financiero, Valor ganado y PPC para control de Proyectos.**
- **3.-Se utiliza la Teoría de Restricciones para planificar y programar el Proyecto de obra.**
- **4.-Las probabilidades de éxito económico y cumplimiento de plazo son mucho mayores que el modelo actual.**
- **5.-Definitivamente este modelo va hacer que las empresas constructoras peruanas y latinoamericanas sean más competitivas a nivel mundial.**
- **6.-Tiene en cuenta el factor constructabilidad y la experticia de campo para elaborar el Presupuesto y los diseños de mezclas de concreto. Análisis de encofrados. Recuerden que los Proyectos son únicos, en consecuencia los Costos, presupuestos y Programación del proyecto, necesariamente son únicos.**
- **7.-la EDT que se elabora debe estar hecha para metrar (modelo innovador del suscrito) de tal modo que podamos localizar lo que metramos y en consecuencia es verificable.**
- **8.-Todo lo dicho puede generar un modelo dinámico de obra, utilizando tecnología BIM(Building Informatios Modeling) como el Revit o Archicad para el diseño en 3D y metrados, S10 (Costos,Presupuesto y Fórmulas Polinómicas) u otro software estructurado (EDT) y MSProject o Primavera Project Panner para Gestión del Tiempo. Luego el uso de Navis Work para integrar los softwares anteriores y simular la construcción antes de ejecutarlo (ASEGURAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN). Actualmente estoy asesorando dos tesis sobre Programación 5D en la FIC-UNI.**
- **9.-Hacer análisis de gastos generales y utilidad en todo tipo de Proyecto y no considerarlos como simples porcentajes del Costo Directo.**

Propuesta y Realidades

- **1.-En la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú (la más importante en enseñanza de Ingenierías en el Perú), se enseña desde el 2017, este nuevo curso regular de Costos y Presupuestos Dinámicos (Gerencia de Proyectos II).**
- **2.-Ser un modelo a imitar en otras universidades del Perú y Latinoamérica.**
- **3.-Elaboración de Costos y Presupuestos en expedientes técnicos (Valor Referencial) con este nuevo modelo.**
- **4.-Pasar masivamente, de Costos y Presupuestos estáticos (Primero se elabora el Prepuesto y luego se Planifica) a Costos y Presupuestos dinámicos; es decir una integración de Tiempo Costo y Alcance, expresado este último en los Costos relativos a la Calidad, Riesgo , Seguridad-salud ocupacional ; Plan de Manejo Ambiental, Responsabilidad Social donde necesariamente primero se Planifique, utilizando técnicas como la WBS o EDT(Estructura de Descomposición del Trabajo) y obligatoriamente el Gerente de Proyecto o Ingeniero a cargo del Proyecto participe desde la elaboración de la propuesta económica, con ello se evitaría que cuando se gane una obra, recién se contrate al encargado de ejecutarla y por lo general reestructura el Presupuesto; debemos tener presente que "Calidad es hacer bien las cosas desde la primera vez y cumplir con lo especificado" (Philip Crosby).**
- **4.-Ayudar a las empresas constructoras peruanas y latinoamericanas a elaborar competitivamente sus Presupuestos y logren éxito empresarial.**

Referencias bibliográficas

- **1.-Walter Rodríguez Castillejo. Borrador de tesis doctoral: "Costos y Presupuestos Dinámicos vs Costos y Presupuestos Estáticos". 2019.**
- **2.-Walter Rodríguez Castillejo & Doris Valdez Cáceres. " Gerencia de Proyectos con MSProject 2007. Impresiones ISAGRAF. Perú. Mayo 2008.Tomos 1 (700 pág.)y 2 (810 pág.).**
- **3.-Walter Rodríguez Castillejo "Gerencia de Construcción". Editorial MACRO. Perú. 2013**
- **4.-PMI (2016). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición, Project Management Institute.**
- **5.-Eliyahu M. Goldratt & Jeff Cox. Ediciones Castillo-México: 1998**
- **La Meta (The Goal).**
- **6.-Daniel Halpin: "Conceptos Financieros y de Costos en la Industria de la Construcción". Editorial Noriega-LIMUSA. México 1991. Primera Edición.**
- **7.-Francis Peter Hanglin-Editorial INDEX-España: 1982**
- **Qué es y para qué el Cash-Flow (Flujo de caja).**
- **8.-PMI Global Congress Latinoamérica 2005. Panamá. Walter Rodríguez Castillejo y Doris Valdez Cáceres. "Aplicación de la Teoría de Restricciones en la Planificación y la Programación de Proyectos en el Perú".**
- **9.-Walter Rodríguez Castillejo & Doris Valdez Cáceres. " Mejoraminto de la Productividad en la Construcción de Obras con Lean Construction, Trenchless, CYCLONE, EZStrobe, BIM." Editorial de Culturaabierta EIRL. Perú. 2012.**

Información para contacto

Ing. Walter Rodríguez Castillejo

Miembro 581 del Cuerpo Técnico de Tasaciones del Perú

(CTTP)

Profesor Asociado de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería- Lima-Perú.

Dirección: Jr. 8 de Octubre Nº 836-Pueblo Libre (Lima 21)

Celular: 987701250

wrcastillejo@yahoo.es