



Implementación de una
Estructura de Codificación
Integrada
en Proyectos de Construcción

Núñez, Henry

www.aacei.org.pe

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE

Henry Núñez

- Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Ingeniería - UNI
- Magister en Administración Estratégica de Negocios (MBA) - PUCP
- Project Management Professional (PMP)
- Risk Management Professional (PMI-RMP)
- Miembro de la AACEI / PMI
- Mas de 15 años de experiencia en proyectos de Minería, Industria e Hidrocarburos
- Participación en mega proyectos, proyectos de mediana minería, greenfield y brownfield, de sostenibilidad, EPCM, EPC y en estudios conceptuales, pre factibilidad (PFS) y factibilidad (FS).
- Gerente de Control de Proyectos en Worley



ALGO QUE NO SABEN DE MÍ: Me apasiona el ajedrez desde siempre

www.aacei.org.pe

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL

Proyectos de Construcción - Contexto

www.aacei.org.pe

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL

Sobrecostos y demoras en proyectos de construcción para Minería, Oil & Gas e Infraestructura

● Mining ● Infrastructure ● Oil and gas

Cost and schedule overruns are the norm in the construction sector.

Estimated overrun in capital expenditure, % of original quoted capital expenditure

Average: 20 months

Sobrecostos y demoras son la norma en la industria de la construcción

Delay beyond original schedule, years

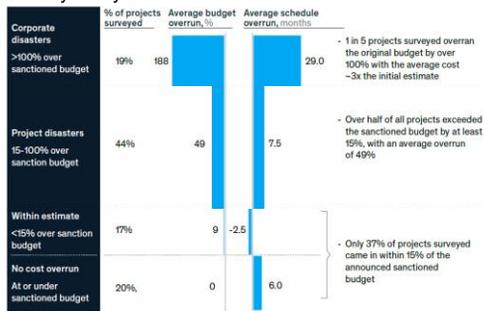
Source: Global Projects Database, IHS Herold, Nov 19, 2013, herold.com; McKinsey analysis

www.aacei.org.pe

Sobrecostos en Proyectos de Construcción para Minería

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE

A survey of 40+ mining projects completed in the last 10 years shows an average overrun of 60% vs. metrics announced at feasibility study



Source: McKinsey & Company survey of 41 major projects with capex greater than \$500m and completed between 2008 and 2018

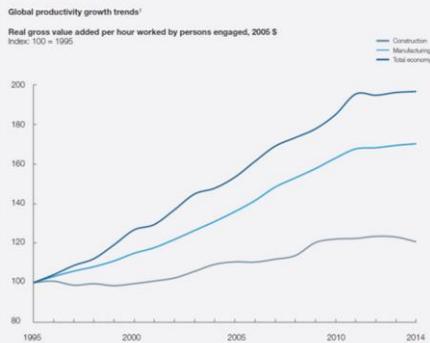
www.aacei.org.pe

Fuente: *Optimizing mining feasibility studies: The \$100 billion opportunity*, McKinsey & Company

Productividad en la Construcción

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE

The construction industry has lower productivity than other sectors, and the gap is growing.



¹ Based on a sample of 41 countries that generate 90% of global GDP.
 Source: GGCD-16; national statistical agencies of Malaysia, Singapore, and Turkey; Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD); Bureau of Economic Analysis (BEA); US Bureau of Labor Statistics (BLS); World Bank; World Input-Output Database (WIOD); McKinsey Global Institute analysis

www.aacei.org.pe

Inversión en Investigación y Desarrollo 7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE

and R&D spending in construction runs well behind other industries.

Industry	Average Percent of Revenues
Construction	<1%
Auto	3.5%
Aerospace	4.5%

Note: Figure represents average percent of revenues

Fuente: The digital future of construction Voices, McKinsey & Company, 2016

www.ascel.org.pe

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE

CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS

www.ascel.org.pe

Estructura de Desglose de Trabajo (EDT / WBS)

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL

AACE® Recommended Practice No.33R-15: "WBS is a hierarchical framework for organizing and ordering the activities that make up the entire project scope. It should cover all project scope and be broken down into "unique and manageable parts that correspond to key deliverables, phases of work, or milestones.". They are product (deliverable-based) or process oriented structures that provide a common frame of reference for managing and reporting project elements (e.g. estimating, scheduling, etc.)"

- WBS es un marco jerárquico que sirve para organizar y ordenar las actividades que conforman el alcance del proyecto.
- Desglosa el proyecto en partes únicas y manejables.
- Son estructuras orientadas a productos (entregables) o a procesos que proporcionan un marco de referencia común para gestionar y reportar elementos del proyecto.

www.aacei.org.pe

Estructura de Desglose de Trabajo (EDT / WBS)

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL

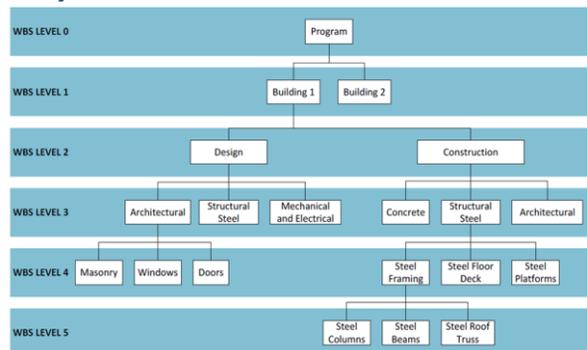


Figure 1 – Sample WBS as a Tree Hierarchy

www.aacei.org.pe

Fuente: AACEI RP No 33R-15: Developing the Project Breakdown Structure, 2016

Código de Cuenta (COA)

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL ASSOCIATION OF COST ENGINEERS

AACE® Recommended Practice No.20R-98: “A project code of accounts is a coded index of project cost, resource and activity categories. To complete COA includes definitions of the content of each account code and is methodically structured to facilitate finding, sorting, compiling, summarizing, defining and otherwise managing information the code is linked to. The information is used to support total cost management practices such as cost estimating, cost accounting, cost reporting, cost control, planning and scheduling.”

- Es un conjunto de códigos de costos, recursos y actividades por categoría de un proyecto.
- Un código de cuenta incluye definiciones del contenido de cada uno y está estructurado metódicamente para facilitar la búsqueda, ordenar, compilar, resumir, definir y cualquier otro modo de gestionar la información a la que está vinculada.
- Esta información se utiliza para respaldar las prácticas de gestión de costos, estimación de costos, contabilidad, informes, control de costos, planificación y programación.

www.aacei.org.pe

Código de Cuenta (COA) - Contenido

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL ASSOCIATION OF COST ENGINEERS

- El contenido de información debe evaluarse en cuanto a cómo puede servir a los diversos usos que se han identificado.
- Debe estar acorde al nivel de definición del proyecto.

Accounting	Geographical	Physical	Resource	Activity	Timing
cost type project # cost group billing code asset class capital/expense contract # change #	location country state/province city/town plant area site office cost center	product facility cost group system unit project type commodity process component	organization company department cost center trade discipline cost type material contractor service	WBS work type activity activity type discipline commodity process step phase sub-phase	budget year fiscal year quarter shutdown/non-shutdown phase

Table 4 – General Classes of Content Characteristics

Fuente: AACEI RP No 20R-98: Project Code of Accounts, 2016

www.aacei.org.pe



Código de Cuenta (COA) - Contenido: Grupo de Costos

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
 2019

- Un grupo de costos puede ser una combinación del tipo de costo y las características directas e indirectas

Generic Group Name	By Owners	By Contractors	By Standards and Others
Direct costs	Capital directs	Directs	Directs
<i>Indirect costs</i>	Capital indirects	Field indirects Home office	Field indirects Project management & administration Engineering
Expense costs	Expense	(Included in details)	(Included in details)
Suspense costs	Suspense	(Rarely used)	(Rarely used)
Other costs	(Rarely used)	Other costs	Other costs

Table 5 – Typical Cost Groups Used by Organization Types

Fuente: AACEI RP No 20R-98: Project Code of Accounts, 2016

www.aacei.org.pe

Código de Cuenta (COA) - Contenido: Disciplina y Commodity

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
2019

- Disciplina es un tipo de trabajo u oficio. Cada disciplina cuenta con un conjunto de habilidades y conocimientos únicos y tiende a trabajar con diferentes tipos de materiales básicos (es decir, commodities) y recursos.
- El conjunto de habilidades y los materiales que se instalen están relacionados a las disciplinas y commodities, y estas tienden a ser sinónimos (p. ej., tuberías, electricidad, etc.)
- La agrupación de disciplinas y commodities facilita la productividad y análisis de progreso. Además, estos grupos son buenos para la evaluación comparativa porque las prácticas de nivel de disciplina tienden a ser generalmente aplicable a todos los proyectos, mientras que las cuentas de tipo de activo tienden a ser específicas del proyecto.

www.aacei.org.pe

Código de Cuenta (COA) - Contenido: Área

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
2019

- Área se refiere a una ubicación geográfica con un límite definido que cuenta con un conjunto de equipos de proceso y productos auxiliares que realizan un proceso definido.

Código	Área
1000	Mina
2000	Planta de Procesamiento
3000	Infraestructura In-Situ
4000	Transporte del Producto
5000	Infraestructura Fuera del Sitio

www.aacei.org.pe

Código de Cuenta (COA) - Contenido: Producto o Entregable

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
2019

- Los entregables son el producto físico o un hito clave que resulta de la ejecución de actividades de trabajo
- Por lo general, la cuenta del producto acumula todos los costos (es decir, todas las disciplinas y elementos de trabajo) que se invirtieron en ese producto
- Contabilidad de activos también se enfoca en las características orientadas al producto, pero las cuentas de activos generalmente están reservadas para clasificar productos por vida útil para fines de depreciación (la contabilidad de activos suele ser una asignación financiera que ocurre después de que el activo se crea o instala)

www.aacei.org.pe

Código de Cuenta (COA) - Contenido: Elementos de Trabajo

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
2019

- Los elementos de trabajo son tareas que cuentan con un tipo de recurso, materiales y equipos específicos para la realización de esta actividad.

Código	Elemento de Trabajo
2000	CONCRETO
	Vigas
2300	Incluye todos los costos de las vigas: costos de material y mano de obra para concreto, encofrados, barras de refuerzo, pernos de anclaje.
	Fundación de equipos
2400	Incluye todos los costos de fundación de equipos: costos de material y mano de obra para concreto, encofrados, barras de refuerzo, pernos de anclaje, acero embebido.
	Losa
2500	Incluye todos los costos de las losas: costos de material y mano de obra para concreto, encofrados, barras de refuerzo, pernos de anclaje.

www.aacei.org.pe

Estructura Integrada de Codificación Consideraciones

7º Congreso AACE International de Ingeniería de Costos | AACE
 2016

La estructura de codificación debe considerar lo siguiente:

- Tipo de industria
- Tipo de organización
- Tipo de proyecto (por ejemplo: Investigación y desarrollo, diseño / construcción, software, mantenimiento, reorganización, etc.)
- Capacidad y diseño de procesamiento de datos (por ejemplo, integración con sistemas de contabilidad / compras / nómina, estimación, etc.)
- Requisitos de informes (por ejemplo: Control / gestión de proyectos, contractuales, financieros / fiscales, regulatorios, histórico, etc.)

www.aacei.org.pe

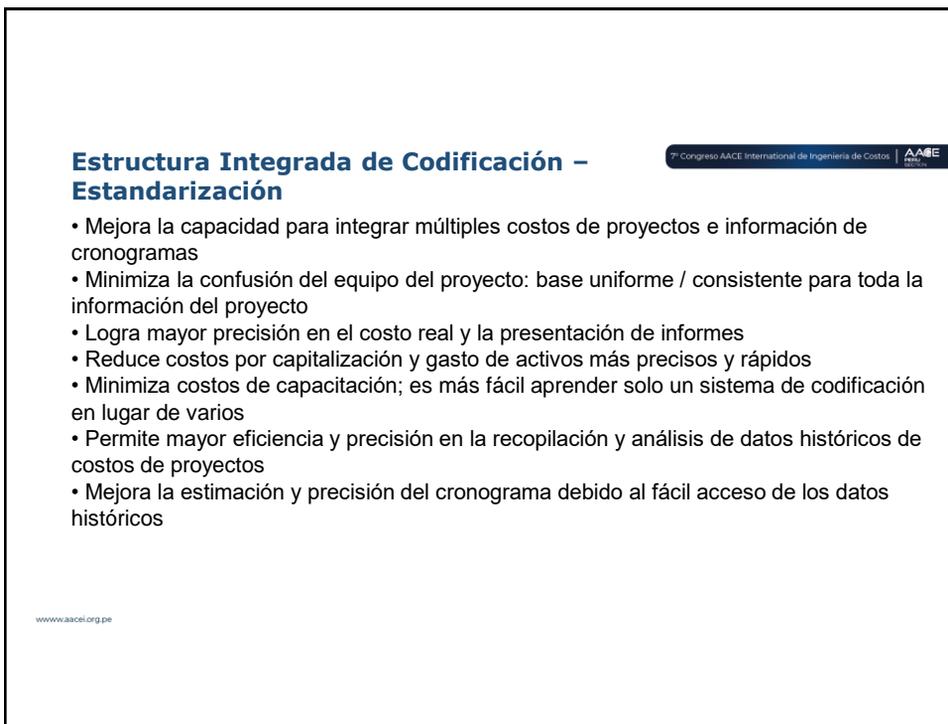
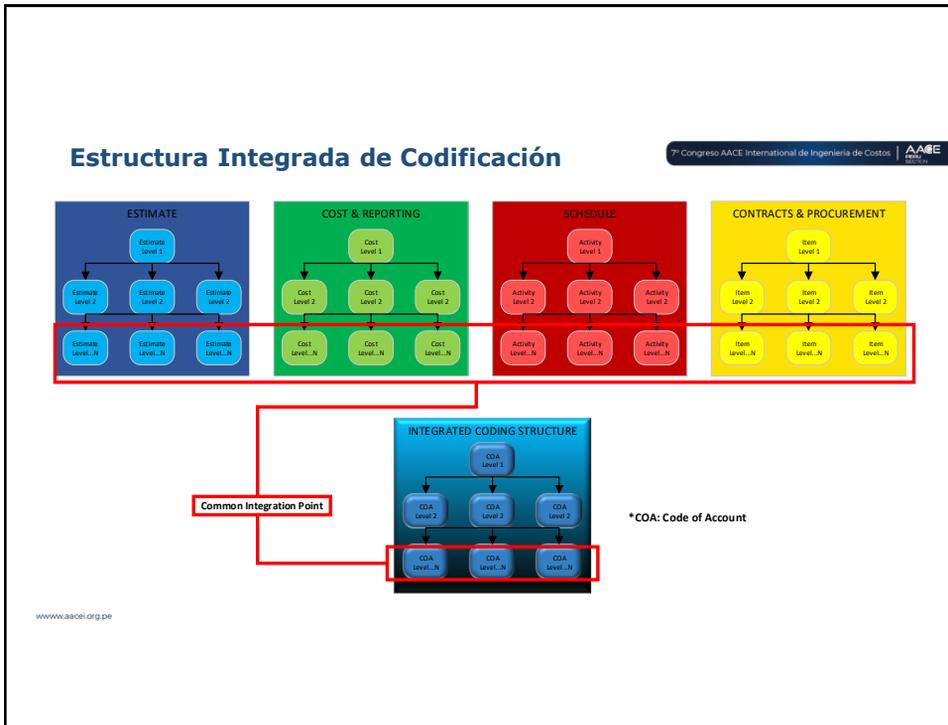
Estructura Integrada de Codificación Ejemplo

7º Congreso AACE International de Ingeniería de Costos | AACE
 2016

Project no. ↓ Area/unit ↓ Prime account ↓ Activity account ↓ Cost type ↓ XXXXXX - XXXX - X - XXXX - X	# of Digits	Numbers only	Letters Only	Alpha/numeric
	1	10	26	36
	2	100	676	1296
	3	1000	17576	46656

Fuente: AACEI RP No 20R-98: Project Code of Accounts, 2016

www.aacei.org.pe



Estructura Integrada de Codificación – Estandarización

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos

AACE
INTERNATIONAL

- Mejora la credibilidad del informe del proyecto debido a una base de datos más sólida
- Permite mejor control de costo / cronograma debido a tendencias más precisas, pronósticos, datos de productividad, entre otros.
- Facilita mejor auditabilidad de costos y progreso
- Requiere menos esfuerzo al desarrollar un COA para cada nuevo proyecto

www.aacei.org.pe

Estructura Integrada de Codificación – Estandarización

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos

AACE
INTERNATIONAL

- Oil & Gas : NORSOK Standard Z-014 Standard Cost Coding System (SCCS)
- Mining & Minerals: Mining and Mineral Processing Uniform Cost Coding Structure (MMP-UCCS)
- Infrastructure: UniFormat - Construction Specifications Institute (CSI) / Construction Specifications Canada (CSC)

www.aacei.org.pe

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL

Estructura de Codificación a través de las Fases del Proyecto

www.aacei.org.pe

Fases del proyecto

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL

Definir la oportunidad	Desarrollar el alcance	Definir	Ejecutar	Cierre
<ul style="list-style-type: none">Modelo Financiero (NPV, TIR)	<ul style="list-style-type: none">Trade-offsSelección de la alternativa ganadoraAlcance de Trabajo	<ul style="list-style-type: none">Ingeniería BásicaPEPCapexCronogram a MaestroAprobación de Fondos	<ul style="list-style-type: none">Ingeniería de detalleLínea base del proyecto (presupuesto, cronograma, alcance detallado)ConstrucciónControlComisionamiento	<ul style="list-style-type: none">Entrega a OperacionesCierre del proyecto

www.aacei.org.pe

Fases del proyecto

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL ASSOCIATION OF COST ENGINEERS

MATURITY LEVEL OF PROJECT DEFINITION DELIVERABLES	ESTIMATE CLASSIFICATION				
	CLASS 5	CLASS 4	CLASS 3	CLASS 2	CLASS 1
	0% to 2%	3% to 15%	20% to 40%	50% to 75%	65% to 100%
General Project Data:					
Project Scope Description	Preliminary	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Mine and Plant Production/Facility Capacity	Preliminary	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Mine (Production Equipment, Pre striping, etc.)	Preliminary	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Non-Process Facilities (Infrastructure, Pumps, Pipeline, Power Transmission, etc.)	Preliminary	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Plant Location	Preliminary	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Soils & Hydrology	Not Required	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Resource Determination (from NI 43-101) [%]	Inferred	Indicated	Measured	Measured	Measured
Reserve Determination (from NI 43-101) [%]	Assumed	Probable	Proven	Proven	Proven
Geology	Preliminary	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Geotechnical and Rock Mechanics	Not Required	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Metallurgical Test Work	Not Required	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Integrated Project Plan	Not Required	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Project Master Schedule	Not Required	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Mine Life Plan/Schedule	Not Required	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Regulatory Strategy	Not Required	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Work Breakdown Structure	Not Required	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Project Code of Accounts	Not Required	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Contracting Strategy	Not Required	Preliminary	Defined	Defined	Defined

ESTIMATE CLASS	MATURITY LEVEL OF PROJECT DEFINITION DELIVERABLES Expressed as % of complete definition	Primary Characteristic	Secondary Characteristic		EXPECTED ACCURACY RANGE Typical variation in low and high ranges at an 80% confidence interval
		END USAGE Typical purpose of estimate	METHODOLOGY Typical estimating method		
Class 5	0% to 2%	Conceptual planning	Capacity factored, parametric models, judgment, or analogy	L: -20% to -50% H: +30% to +100%	
Class 4	3% to 15%	Screening options	Equipment factored or parametric models	L: -15% to -30% H: +20% to +50%	
Class 3	20% to 40%	Funding authorization	Semi-detailed unit costs with assembly level line items	L: -10% to -20% H: +10% to +30%	
Class 2	50% to 75%	Project cost- Fixed price	Detailed unit cost with forced detailed take-off	L: -5% to -15% H: +5% to +20%	
Class 1	65% to 100%	bid check estimate	Detailed unit cost with detailed take-off	L: -3% to -10% H: +3% to +15%	

Table 1- Cost Estimate Classification Matrix for the Mining and Mineral Processing Industries

Fuente: AACEI RP No 47R-11: Cost Estimate Classification System, 2019

www.aacei.org.pe

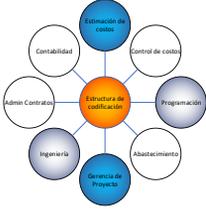
Fase de Identificación

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL ASSOCIATION OF COST ENGINEERS

- Define los objetivos del negocio
- Identifica y analiza las opciones y alternativas estratégicas de inversión que crean valor



Identification Concept



- Contenido Usual Estructura de Codificación:**
 - Área / Sistema
 - Disciplina
 - Grupo de Costo

- Identificación de las alternativas
- Modelo Financiero (NPV, TIR)
- Capex Clase 5
- Cronograma Clase 5
- Opex

www.aacei.org.pe

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL ASSOCIATION OF COST ENGINEERS

Fase de Selección

- Realiza evaluaciones técnico-económicas sobre las opciones que crean valor;
- Selecciona la mejor opción caso de negocio y la desarrolla al nivel requerido para esta fase.



Selection
Pre-Feasibility



- Contenido Usual Estructura de Codificación:**
 - Grupo de Costo
 - Área / Sistema
 - Disciplina
 - Entregable
 - Elemento de trabajo

- Trade-offs
- Selección de la alternativa ganadora
- Definición del alcance de trabajo
- Capex Clase 4/3
- Cronograma Clase 4 / 3

www.aacei.org.pe

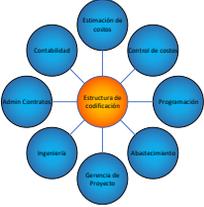
7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL ASSOCIATION OF COST ENGINEERS

Fase de Definición

- Desarrolla el caso de negocio optimizando las características seleccionadas en la fase previa;
- Solicita la aprobación de fondos para la implementación del proyecto.



Definition
Feasibility



- Contenido Usual Estructura de Codificación:**
 - Grupo de Costo
 - Área / Sistema
 - Disciplina
 - Entregable
 - Elemento de trabajo
 - Origen de gasto

- Ingeniería Básica
- Project Execution Plan (PEP)
- Capex Clase 3 / 2
- Cronograma Clase 3 / 2
- Aprobación de Fondos

www.aacei.org.pe

Fase de Ejecución

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE

- El caso de negocio se entrega para desarrollarlo, cumpliendo con los objetivos del proyecto
- Define otros indicadores clave de rendimiento (KPI) que se utilizan para el control y seguimiento del proyecto.
- Una vez cumplidos los objetivos del proyecto, transfiere a la fase de operación y el proyecto se cierra



- **Contenido Usual Estructura de Codificación:**
 - Grupo de Costo
 - Área / Sistema
 - Disciplina
 - Entregable
 - Elemento de trabajo
 - Origen de gasto

- Ingeniería de detalle
- Línea base del proyecto (presupuesto cronograma, alcance detallado)
- Construcción
- Control

www.aacei.org.pe

Usos de la Estructura Integrada de Codificación

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE

www.aacei.org.pe

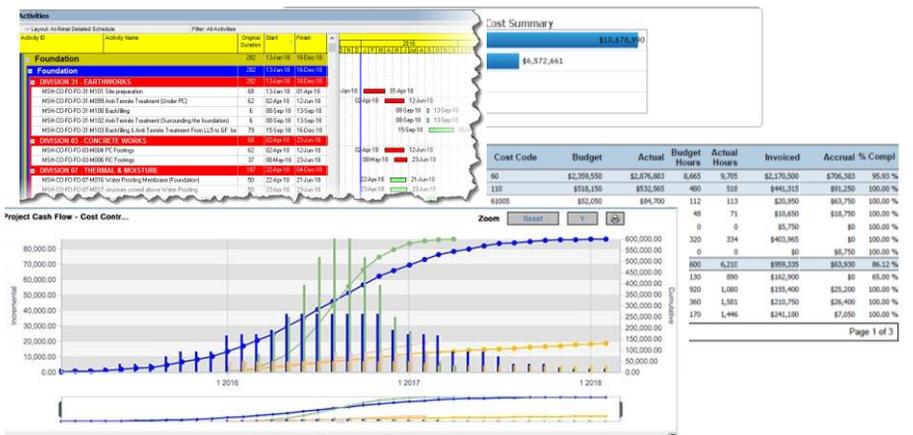
Usos

Hay muchos usos para la estructura de codificación, algunos de estos son:

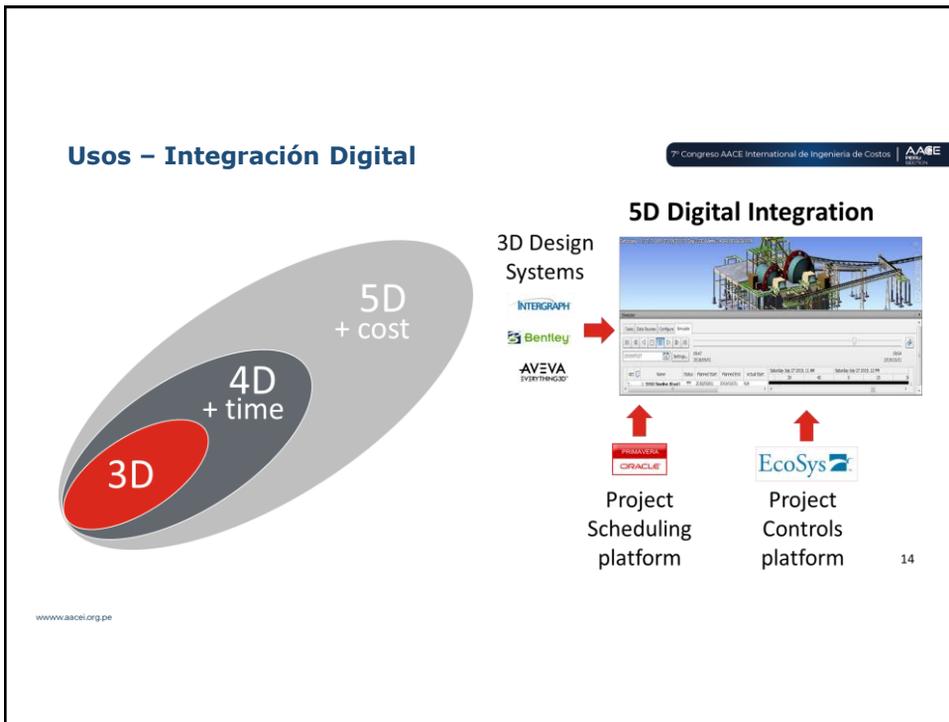
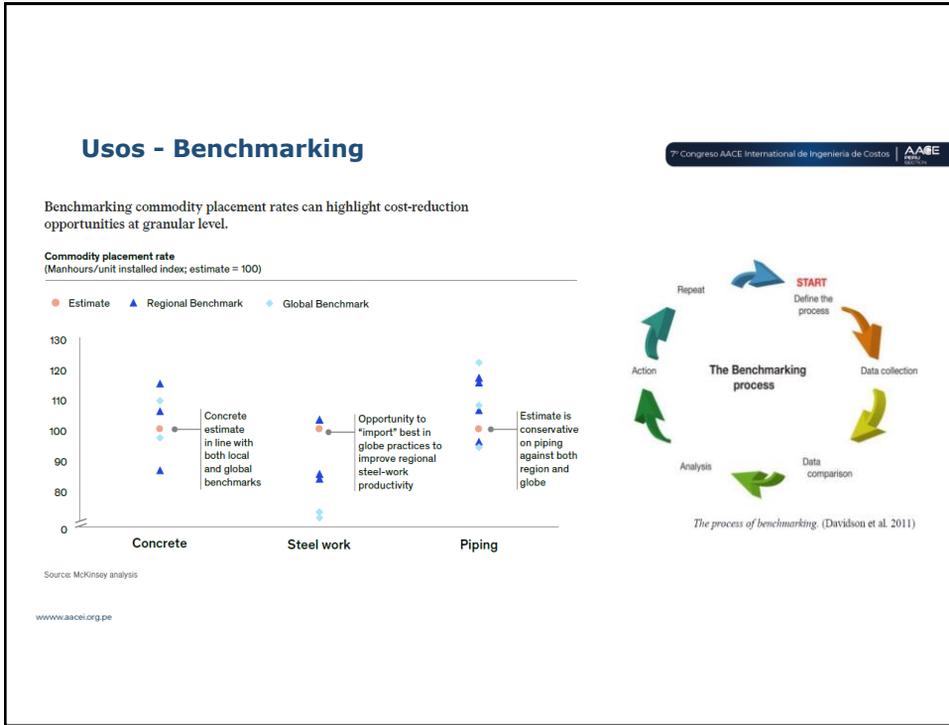
- Clasifica partidas para estimación, presupuestos y gastos, control de costos y capitalización
- Facilita la estimación y el análisis de los datos de costos del proyecto
- Resume los datos de costos
- Cumple con los requisitos contables, impositivos y reglamentarios
- Proporciona un medio para relacionar el alcance del trabajo con los costos y el cronograma
- Permite la integración entre contabilidad, informes de costos, control de costos y cronogramas
- Categoriza el desempeño, la medición y el análisis de la productividad
- Simplifica el pronóstico de costos y cronogramas
- Facilita las auditorías y la precisión de los informes

www.aacei.org.pe

Usos - Reportabilidad



www.aacei.org.pe



Usos – Integración Digital

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
2019

3D
3D – DATA CENTRIC INTEGRATED DESIGN - 3D modelling

4D
4D – SCHEDULING - 3D model linked with project plan

5D
5D – ESTIMATING - Real time progress capture and cost planning

3D BENEFITS & OUTCOMES	4D BENEFITS & OUTCOMES	5D BENEFITS & OUTCOMES
<ul style="list-style-type: none">• Design Visualisation• Animations, Walk Through• Design Deliverable generation• Clash Check• Weight Control• Options	<ul style="list-style-type: none">• Project Plan Simulation• Lean Scheduling• Constructability Review• Modularisation Study• Project phasing / Installation simulations• Lean Scheduling• Just in time planning (JIT)	<ul style="list-style-type: none">• Real time progress capture, measurement and reporting• Real time conceptual modelling and cost planning• Quantity extraction to support detailed cost estimates• Trade verification – Structural, Piping, Elec, Instrumentation• Value engineering – what if scenarios• Prefabrication solution analysis

www.aacei.org.pe

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
2019

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

www.aacei.org.pe

Conclusiones y Recomendaciones

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL

- La estructura de codificación debe gestionarse de forma que priorice y aborde las necesidades de los usuarios y clientes, considerando las consecuencias externas y a largo plazo, y la estandarización intra e interempresarial.
- No se deben permitir cambios arbitrarios por parte de usuarios individuales, sin embargo, la flexibilidad debe ser un aspecto planificado en el sistema.
- Se debe tener un diccionario (o documento similar) que proporcione las definiciones de todos los elementos que facilitan el uso de su estructura y formato.
- Los gerentes de proyecto, estimadores, planificadores, contadores, compradores y otras partes interesadas tienen la necesidad del uso de una estructura de codificación que represente y muestre información útil de cada área; es por ello que se recomienda que un equipo multidisciplinario sea el gestor de la estructura de codificación.
- La implementación de una estructura integrada de codificación elimina el gran gasto de tiempo y recursos en el esfuerzo por conciliar registros dispares del proyecto.

www.aacei.org.pe

REFERENCIAS

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
INTERNATIONAL

www.aacei.org.pe

Referencias

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
2019

- AACEI RP No 33R-15: Developing the Project Breakdown Structure
- AACEI RP No 20R-98: Project Code of Accounts
- AACEI RP No 47R-11: Cost Estimate Classification System, 2019
- Total Cost Management (TCM) Framework
- Standard Z-014 Standard Cost Coding System (SCCS), NORSOK
- TCM-2534: Mining and Mineral Processing Uniform Cost Coding Structure (MMP-UCCS)
- UNIFORMAT II Elemental Classification for Building Specifications, Cost Estimating and Cost Analysis
- Voices on Infrastructure: Rethinking engineering and construction, McKinsey & Company

www.aacei.org.pe

Referencias

7º Congreso AACE Internacional de Ingeniería de Costos | AACE
2019

- The art of project leadership: Delivering the world's largest projects, McKinsey & Company
- The construction productivity imperative, McKinsey & Company
- Optimizing mining feasibility studies: The \$100 billion opportunity, McKinsey & Company
- How the oil and gas industry can improve capital-project performance, , McKinsey & Company
- Building Information Modeling 5D and Earned Value Management methodologies integration through a computational tool, Article in Revista Ingenieria de Construccion, December 2018
- Proposal of a Tool for Integrating BIM and Financial Decisions in Construction Projects, Article June 2018

www.aacei.org.pe

