

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES



ARQUITECTURA INDUSTRIAL

ING. CIVIL DANIEL VIDE LA | FI - UNCuyo | 2026

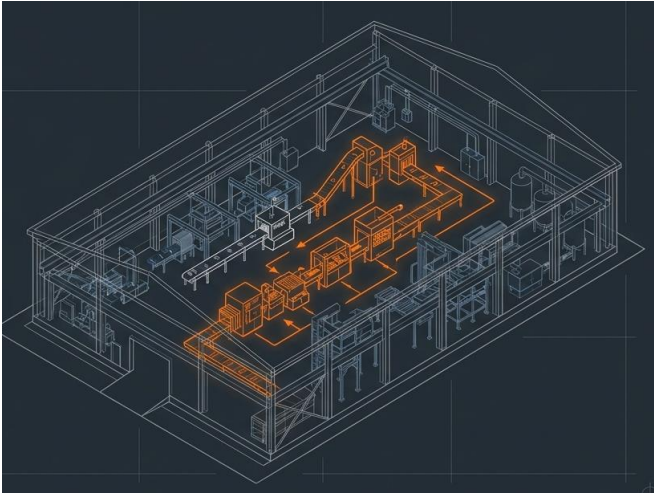


CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

EL PLANO MAESTRO



Fundamentos de la Arquitectura
y
Disposición de Plantas Industriales



CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

LA PLANTA COMO UNA UNIDAD UTILITARIA



CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

EVOLUCIÓN DEL DESARROLLO INDUSTRIAL Y SOCIAL



Era Pre-industrial (hasta el s. XVIII):

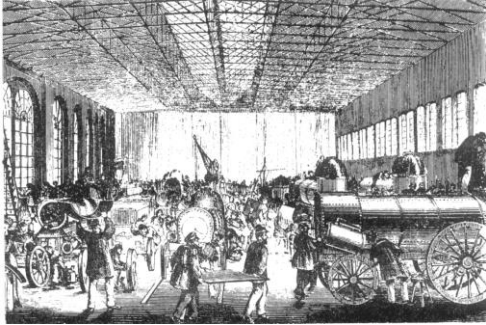
Caracterizada por la fabricación artesanal en pequeños talleres gremiales integrados en las ciudades, sin capacidad de abastecimiento masivo.

Transición del taller artesanal a la fábrica primitiva de **mampostería y madera**.



CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

EVOLUCIÓN DEL DESARROLLO INDUSTRIAL Y SOCIAL



Revolución Industrial (s. XVIII-XIX):

El nacimiento de la fábrica moderna (1769) impulsada por la máquina de vapor, lo que generó una "promiscuidad fábrica-ciudad" con alta contaminación y nula preocupación por el trabajador.

Post-1825 (**Termodinámica**): La introducción de la caldera de vapor demanda naves de mayor escala con cubiertas incombustibles.



CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

EVOLUCIÓN DEL DESARROLLO INDUSTRIAL Y SOCIAL



Siglo XX - Taylorismo y Paternalismo:

A principios de siglo surge la organización científica del trabajo (división de tarea, especialización, series, ahorro de tiempo).

A mediados de siglo, la presión social obliga a centrar la atención en la persona, creando complejos industriales con servicios sociales, deportivos y culturales (poblados laborales).

Post-1870 (Metalurgia): El **hierro perfilado** sustituye la madera, permitiendo luces mucho mayores para puentes grúa.



CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

EVOLUCIÓN DEL DESARROLLO INDUSTRIAL Y SOCIAL



Finales del Siglo XX y Siglo XXI:

Se imponen los Sistemas Avanzados de Fabricación (automatización, robótica, fabricación flexible) y filosofías de calidad total.

La globalización desplaza actividades menos innovadoras fuera de los países desarrollados.

Siglo XX (**Hormigón Armado**): Descubierto en 1890, aporta máxima incombustibilidad, limpieza y la indispensable resistencia sísmica.

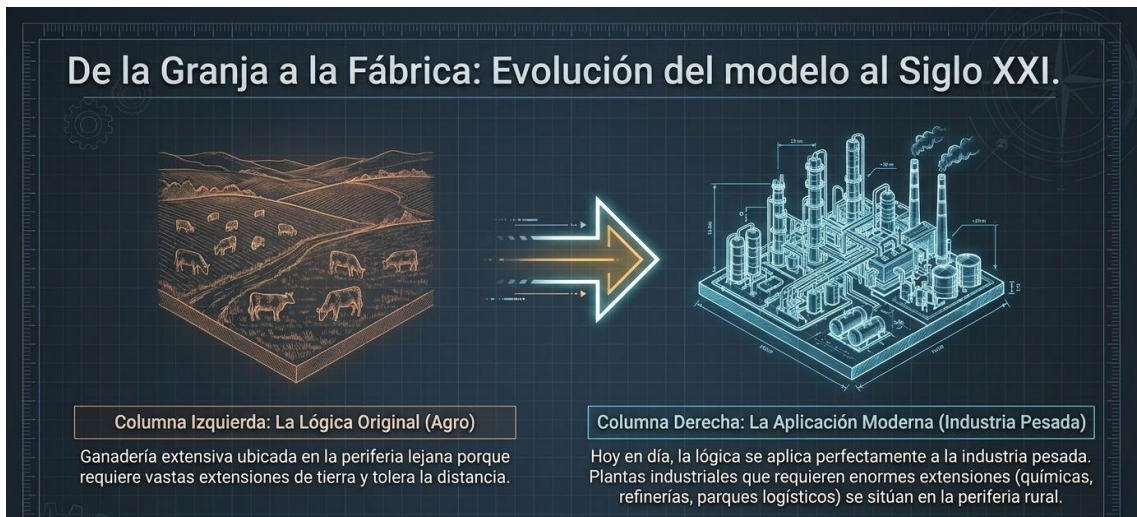


CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

TEORIAS DE LOCALIZACION INDUSTRIAL

Son modelos económicos y geográficos que explican cómo y por qué las empresas eligen ubicaciones específicas para instalar sus plantas de producción.

TEORIA DE VON THÜNEN (balancear costo suelo y transporte)



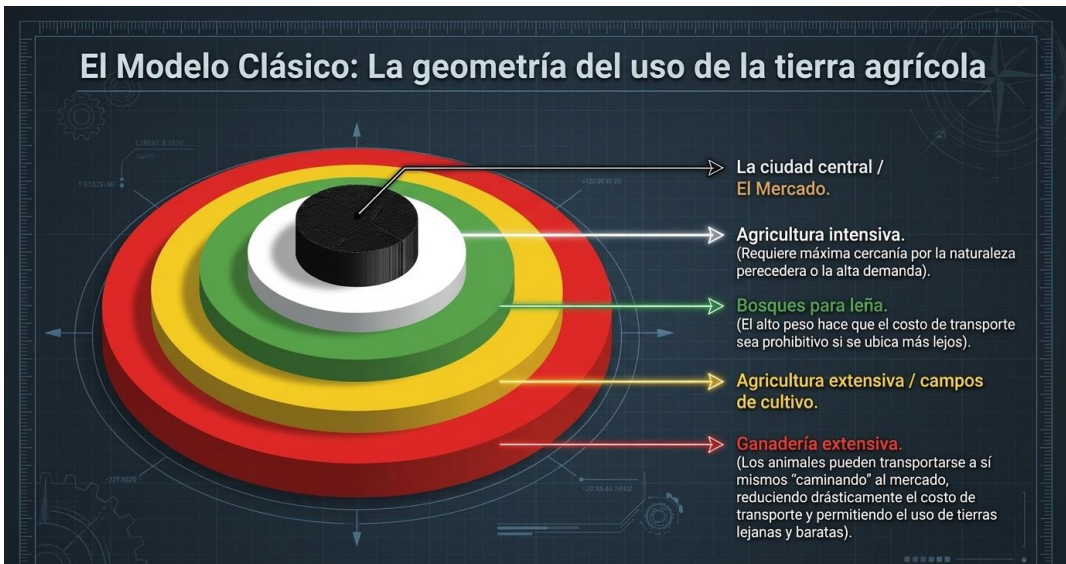
TEORIA DE VON THÜNEN



TEORIA DE VON THÜNEN



TEORIA DE VON THÜNEN



CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

TEORIA DE VON THÜNEN

Evaluación Crítica:
El modelo en la realidad contemporánea.

Fortaleza

Explica con precisión el precio de la tierra actual. Acepta y cuantifica que estar cerca del centro de la ciudad es un beneficio inherente por el cual siempre habrá que pagar un alquiler más alto.

Debilidad

Fue diseñado para la era pre-industrial. La tecnología de transporte actual (refrigeración, autopistas, contenedores) altera drásticamente y deforma la simetría perfecta de los anillos de distancia originales.

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

TEORIA DE WEBER (Menor combinación de costos)

La Regla Cero

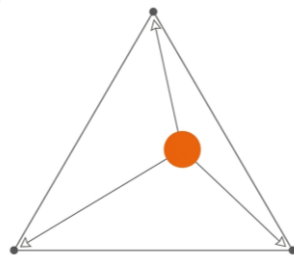
Todo comienza en un espacio isotrópico.

Una llanura perfecta, sin accidentes geográficos, donde el movimiento y el costo son iguales en absolutamente todas las direcciones.

El Objetivo Supremo

El modelo ubica la industria en base a **minimizar los costos de transporte.**

La ubicación final es el punto de equilibrio exacto entre el peso de los insumos y la atracción del mercado.

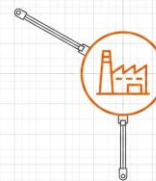


Teoría de la Localización Industrial (Alfred Weber, 1909)

El desafío espacial: ¿Dónde ubicar la fábrica?

Las Variables de la Ecuación

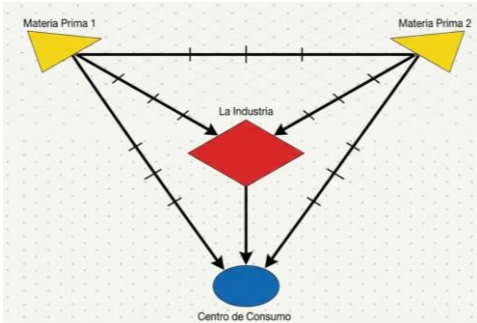
Considera la ubicación de las fuentes de materia prima.



Existe un **único centro de consumo.**

El costo unitario de transporte es uniforme.

TEORIA DE WEBER (Menor combinación de costos)



Weber argumenta que la ubicación óptima se encuentra en el punto que minimiza los costos de transporte de las materias primas a la fábrica, y de la fábrica al mercado.

Ideal para: Industrias pesadas (siderúrgicas, cementeras, automotrices).

Fortaleza: Explica perfectamente por qué las fábricas que usan materiales que pierden peso al fabricarse (como el hierro) se instalan al lado de las minas.

Debilidad: Asume que la demanda del mercado es fija e infinita, ignorando que los precios cambian según la distancia.

	Constantes Teóricas (Las reglas inmutables del modelo)	Variables del Escenario (Los datos que cambian en cada caso)
El Terreno (Físico)	ESPACIO ISOTRÓPICO	FUENTES DE MATERIA PRIMA
La Economía (Dinámica)	EL COSTO UNITARIO DE TRANSPORTE ES UNIFORME	ÚNICO CENTRO DE CONSUMO

Weber resolvió la producción. Pero, ¿cómo se distribuyen los servicios comerciales en el territorio?

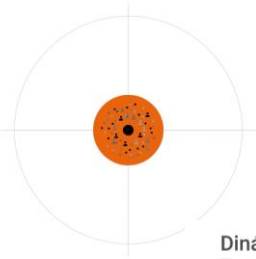
TEORIA DE CRISTALLER (Teoría de los Lugares Centrales)

Las industrias buscan situarse en el centro de una red de consumidores

La Anatomía de un Servicio: Concepto I

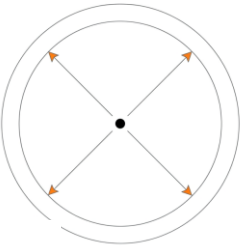
El **Umbral de Demanda**.

La población mínima absoluta y el volumen de ventas estrictamente necesario para que un negocio sea rentable y sobreviva.



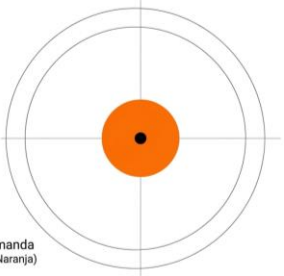
La Anatomía de un Servicio: Concepto II

El Alcance Físico del Mercado.
La distancia máxima absoluta que un consumidor está dispuesto a viajar para adquirir el bien o servicio.



Dinámica de Viabilidad Espacial

Para que un negocio exista en el territorio, el Alcance debe superar al Umbral.

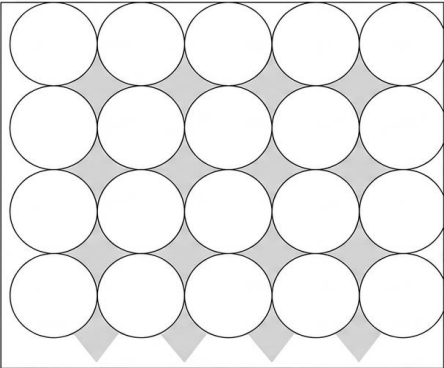


Alcance Físico (Círculo Exterior) ≥ Umbral de Demanda (Círculo Interior Naranja)

TEORIA DE CRISTALLER (Teoría de los Lugares Centrales)

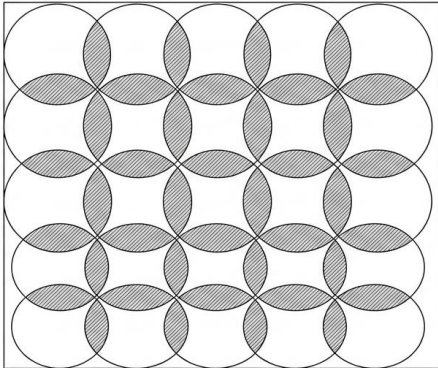
El Problema Geométrico del Territorio

Panel A



Círculos Tangentes: Dejan zonas completamente desatendidas (espacios en blanco).

Panel B



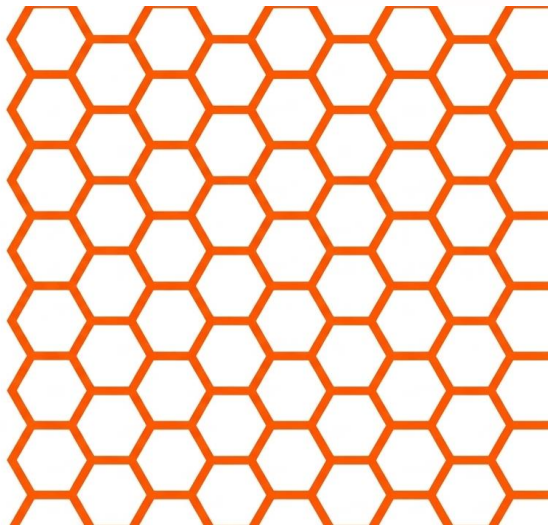
Círculos Superpuestos: Generan áreas de competencia ruínosa y canibalización (zonas grises).

TEORIA DE CRISTALLER (Teoría de los Lugares Centrales)

La Solución Perfecta

El uso de **hexágonos** para **maximizar el espacio**.

La única forma geométrica regular que permite cubrir el 100% del territorio desde un centro, sin dejar vacíos desatendidos ni generar superposiciones ineficientes.



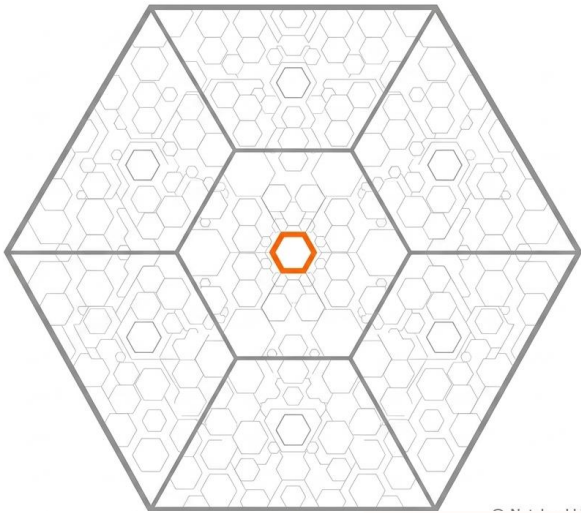
TEORIA DE CRISTALLER (Teoría de los Lugares Centrales)

La Jerarquía de los Lugares Centrales

Una red de dependencias anidadas.

Nodos Mayores: Servicios de alto umbral (aeropuertos, hospitales) dominan hexágonos expansivos.

Nodos Menores: Servicios de bajo umbral (panaderías, farmacias) llenan la retícula de hexágonos pequeños.



TEORIA DE CRISTALLER (Teoría de los Lugares Centrales)

Síntesis: Lógica de Producción vs. Lógica de Consumo

ALFRED WEBER	LUGARES CENTRALES
Optimización de la Industria	Optimización de los Servicios
Minimizar costos de transporte	Maximizar alcance espacial
Triángulo de Fuerzas y Equilibrio	Red Hexagonal Anidada (Jerarquía)

Ideal para: Industrias de consumo masivo, alimentos y redes de distribución.

Fortaleza: Introduce el concepto de que el precio aumenta con la distancia, creando límites claros para saber hasta dónde conviene vender.

Debilidad: Es un modelo muy teórico que asume que no existen montañas, ríos ni barreras políticas que deformen el territorio.

TEORIA DE HOTELLING (controlar zonas de mercado)

Se enfoca en el comportamiento de la competencia y el control del mercado.

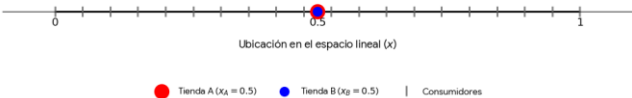
Explica que las empresas que venden productos idénticos
tienden a ubicarse muy cerca unas de otras,
para evitar que el competidor se quede con sus clientes potenciales.

Ideal para: Negocios minoristas, servicios, estaciones de servicio y comida rápida.

Fortaleza: Explica el fenómeno del "clustering" (por qué todo un rubro se instala en la misma cuadra).

Debilidad: No toma en cuenta los costos de transporte de las materias primas, solo la ubicación de los clientes.

Modelo de Hotelling: Principio de Diferenciación Mínima



El modelo de Hotelling demuestra que cuando dos rivales comerciales compiten en un espacio lineal, ambos terminan ubicándose exactamente en el punto medio, un fenómeno conocido como el Principio de Diferenciación Mínima o aglomeración lineal.

COMPARATIVA DE MODELOS DE LOCALIZACIÓN INDUSTRIAL Y AGRARIA MATRIZ COMPARATIVA: TEORÍAS DE LOCALIZACIÓN INDUSTRIAL

TEORÍA / AUTOR	ALFRED WEBER (Menor Costo)	AUGUST LÖSCH (Áreas de Mercado)	HAROLD HOTELLING (Interdependencia)	JOHANN VON THÜNEN (Renta del Suelo)
META PRINCIPAL	Minimizar costos	Maximizar ventas en zonas	Mercado lineal de competidores	Mercado local/excedente
PREMISA ESPACIAL	Materias Primas 1 y 2 Materias Primas 1 Materias Primas 2 Mercado	K=3 K=4 Territorio con jerarquía de lugares centrales	A B	1: Intensivo 2: Forestal 3: Cultivo Extensivo 4: Ganadería Extensiva 5: Caza/Pesca
FACTOR DECISIVO	Materias Primas 1 y 2, costos de producción		Interdependencia de competidoras	
GEOMETRÍA OPERATIVA			A B	

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

COMO SE APLICAN HOY: Ejemplo Práctico

Pensá en la fabricación y venta de **Teléfonos Celulares**:

La fábrica de componentes pesados (pantallas, carcasas), se ubica bajo el modelo de **Weber** (cerca de los puertos asiáticos para abaratar el transporte de materiales).

El centro logístico de distribución regional, se diseña bajo el modelo de **Lösch** (área de mercado, en el centro de un país para cubrir la mayor cantidad de provincias).

Las tiendas oficiales de las marcas (Apple, Samsung, etc.), se abren una al lado de la otra en el centro comercial más importante bajo el modelo de **Hotelling**.



CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

ENFOQUES MODERNOS: FACTORES

Factores tradicionales

Disponibilidad y coste del suelo industrial: Superficie, edificabilidad, tiempos de tramitación, servidumbres.

Proximidad a materias primas: Continuidad de suministro y sensibilidad al precio del transporte.

Accesos logísticos y transporte: Autovías/corredores, puertos, aeropuertos, ferrocarril (y su frecuencia real).

Mano de obra y cualificación: Bolsa de talento, coste salarial, formación profesional y universidades próximas.

Energía e infraestructuras básicas: Potencia disponible, estabilidad de red, agua, gas, telecomunicaciones.

ENFOQUES MODERNOS: FACTORES

Factores actuales o estratégicos

Conectividad digital y acceso a datos: Fibra, 5G, baja latencia para automatización avanzada.

Incentivos fiscales y apoyo institucional: Subsidios gubernamentales, regulaciones ambientales flexibles e impuestos corporativos bajos.

Proximidad a centros de innovación y clusters sectoriales: Capital humano calificado: Presencia de universidades, centros de desarrollo tecnológico y mano de obra altamente especializada.

Impacto ambiental y sostenibilidad: Huella de carbono, logística, acceso a renovables, permisos ambientales.

Logística global: Proximidad a aeropuertos internacionales, puertos de contenedores y redes ferroviarias eficientes.

Seguridad y estabilidad política/regulatoria: Certidumbre urbanística, laboral y medioambiental.

EL PLANO VIVO

Su diseño no es estético puro,
sino la **cristalización matemática y arquitectónica**
de puro rendimiento.

SECCIÓN 1

PARADIGMA DE LA FLUIDEZ

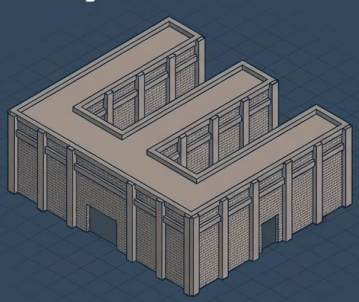
El Pasado vs Presente



RIGIDEZ vs FLUIDEZ

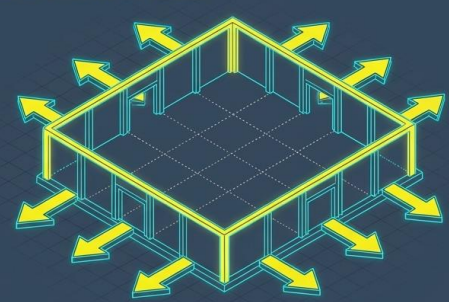
El Paradigma de la Fluidez Industrial

El Pasado - Rigidez



Diseñado para durar 50+ años. El edificio dicta el proceso. Arquitectura monumental y restrictiva.

El Presente - Fluidez



Diseñado para la evolución constante. El edificio es una carcasa temporal para un proceso químico o mecánico. Capacidad de ampliarse, alterar líneas, o cambiar de dueño.

Hoy en día, la flexibilidad es el mandato principal. Una fábrica moderna debe anticipar el cambio y la eventual automatización total de sus procesos.

EVOLUCION Y ACTUALIDAD

Arquitectura Civil vs. Arquitectura Industrial

La Arquitectura Industrial está subordinada a las **EXIGENCIAS TÉCNICAS** del proceso de fabricación, no al concepto artístico.

Enfoque Civil



Prioridad: Estética, confort humano y forma.
Estructura: Define el espacio habitable.

Enfoque Industrial



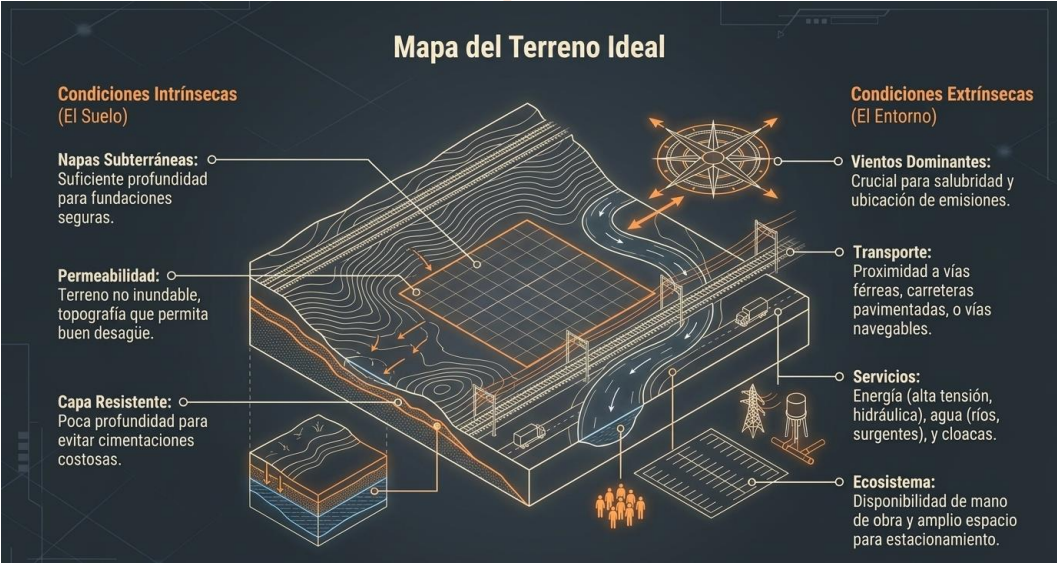
Prioridad: El flujo del proceso, la estética y el **RENDIMIENTO ECONÓMICO**.
Estructura: Actúa como una envoltente que protege a las máquinas.

SECCIÓN 2

FORMA, ESPACIO y FLUJO

Logística de Terrenos

EL TERRENO: SELECCIÓN y EMPLAZAMIENTO



PRINCIPIOS DE DISEÑO ESPACIAL



Programa Correcto

Especificación previa de necesidades: qué se producirá, el **volumen del proceso** y los esquemas de flujo antes de iniciar los planos civiles de la planta.



Inspección Sencilla

Uso de grandes naves sin divisiones opacas. Las separaciones deben ser de **vidrio o rejas** para facilitar el control visual permanente de la producción.



Sucesión Racional

La materia prima debe recorrer la **mínima trayectoria física** posible. Se deben evitar retrocesos viciosos o cruces de flujo que eleven el costo operativo.

SELECCIÓN DEL LAYOUT INDUSTRIAL

Parámetro de Selección	Disposición por Proceso (Funcional)	Disposición por Producto (Línea Recta)
Tipo de Producto	Baja estandarización, volumen variable o por lotes.	Altamente estandarizado, producción en masa.
Inversión en Equipos	Menor inversión inicial; menor duplicidad de maquinaria.	Elevada inversión debido a duplicidad de máquinas en línea.
Mano de Obra	Operarios altamente calificados y versátiles.	Operarios con alta especialización en tarea única.
Acarreo de Materiales	Mayor tiempo de transporte, distancias y manipulación.	Flujo directo e inmediato por medios continuos.
Vulnerabilidad de Planta	La falla de una máquina no detiene el departamento.	La falla de un equipo clave detiene toda la línea.

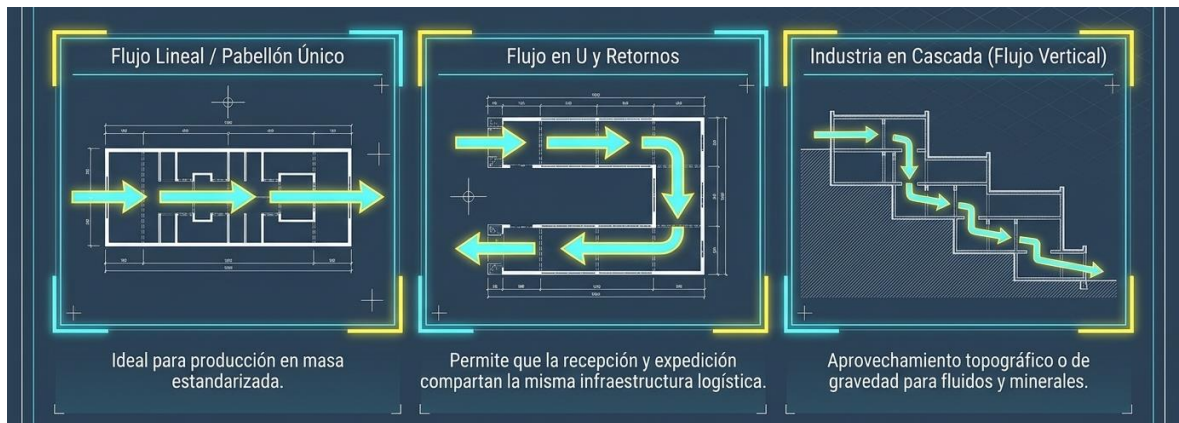
TIPOS DE EDIFICACION



PRINCIPIOS DEL DISEÑO ESPACIAL



TOPOLOGIAS DE FLUJO

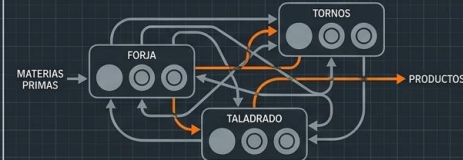


SECCIÓN 3

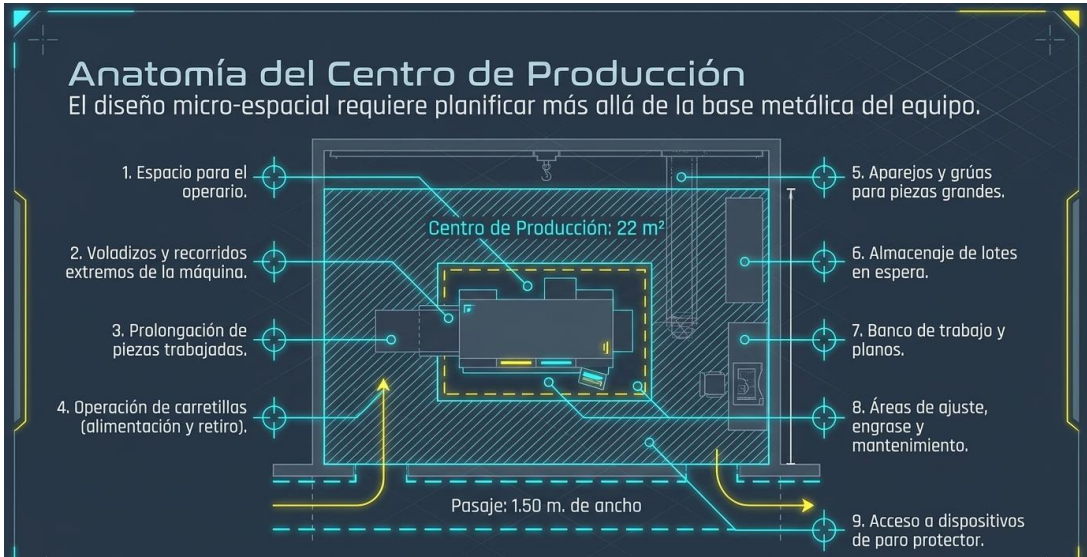
ANATOMÍA OPERATIVA

Núcleo de Producción

DISPOSICION DE MAQUINARIA

Disposición de Maquinaria: Proceso vs. Producto	
DISPOSICIÓN POR PROCESO (Por Función)  MATERIAS PRIMAS → FORJA → TALADRADO → TORNOS → PRODUCTOS	DISPOSICIÓN POR PRODUCTO (En Línea)  MATERIAS PRIMAS → FORJA → TORNOS → TALADRADO → SOLDADURA → PULIDO → PRODUCTOS
Aplicación Producción no estandarizada y bajo volumen.	Producción en masa de artículos estandarizados.
Ventajas Alta FLEXIBILIDAD. Menor inversión inicial. Una avería no detiene la fábrica.	Rutas mecánicas directas. MÍNIMO MANIPULEO. Menor tiempo de producción.
Inconvenientes Mayor manipulación de materiales. Rutas complejas.	Altísima vulnerabilidad a averías. Elevada inversión por duplicidad.

DISPOSICION DE MAQUINARIA (micro-espacial)



SECCIÓN 4

INFRAESTRUCTURA

Materiales y Entorno

TIPOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Disposiciones Constructivas: Selección de Materiales



Madera (Wood)
Perfil: Liviana, barata, fácil de desarmar.
Falla Crítica: Combustible, sonora, vida útil limitada (~20 años). Uso provisional.



Mampostería (Masonry/Brick)
Perfil: Resistente a compresión, incombustible, insonora.
Falla Crítica: Muy pesada (1.6 - 1.8 t/m³), requiere secciones gruesas. Ideal para chimeneas y hornos.



Hierro / Acero (Steel)
Perfil: Grandes luces, perfiles adaptables, desarmable.
Falla Crítica: Deformable con el calor de un incendio. Requiere mantenimiento anticorrosión constante.



Hormigón Armado (Reinforced Concrete)
Perfil: Monolítico, asísmico, a prueba de fuego, higiénico.
Falla Crítica: Difícil de modificar o demoler, y transmite las vibraciones de la maquinaria pesada al edificio.

Factor Crític. INCOMBUSTIBILIDAD

TIPOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



<https://lignis.es/productos/construcciones-madera/>



<https://www.taoplus.es/propiedades/nave-industrial-0001/>

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

TIPOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



<https://aceroscrea.com/blog/naves-industriales-tipos-diseno-materiales/>



<https://herarbo.com/productos/hormigon-armado/>

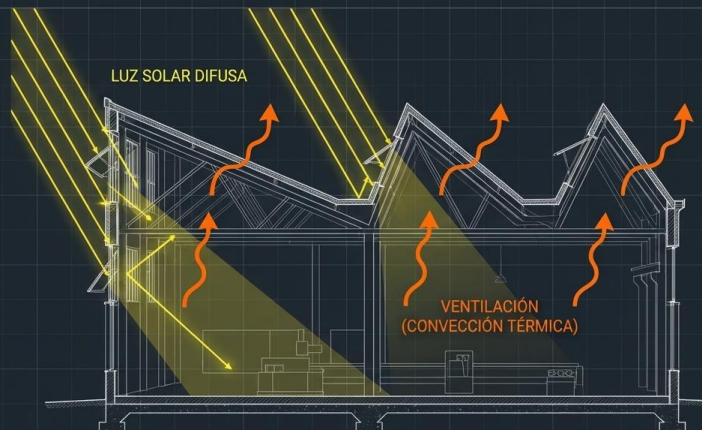
CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

TIPOS DE ILUMINACIÓN

Iluminación y Ambiente Interior

ILUMINACIÓN NATURAL: Crucial para productividad.

Techo Shed (Diente de Sierra): Capta luz difusa, evita el **ENCANDILAMIENTO** por rayos directos, y actúa como **VENTILACIÓN** por convección térmica.



TIPOS DE ILUMINACIÓN

El Paradigma Ciego: Plantas modernas con 100% de luz artificial controlada y aire acondicionado, aunque se preservan ventanas por salud psicológica del operario.

Iluminación Natural

$L \leq 1.5h$ LATERAL

$L \leq 3h$ BILATERAL

- **Lateral vs. Cenital:** La luz lateral limita el ancho. La luz cenital (Sheds) permite naves extensas.
- **Regla de Ancho:** Con ventanas de altura h en un lado, la zona útil es $L \leq 1.5h$. Si es bilateral, $L \leq 3h$.

La Evolución Artificial

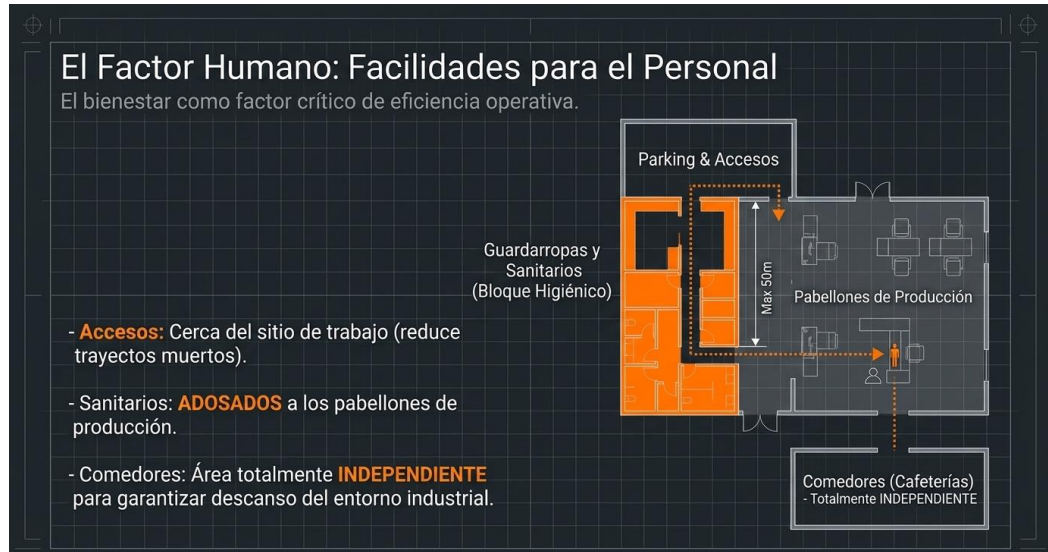
- **El Concepto:** La fábrica sin ventanas.
- **Beneficios:** Luz invariable y regulada, suprema economía en climatización, máxima flexibilidad de distribución interna.

La iluminación dicta la volumetría. Liberarse de la luz natural permite formas estructurales completamente nuevas.

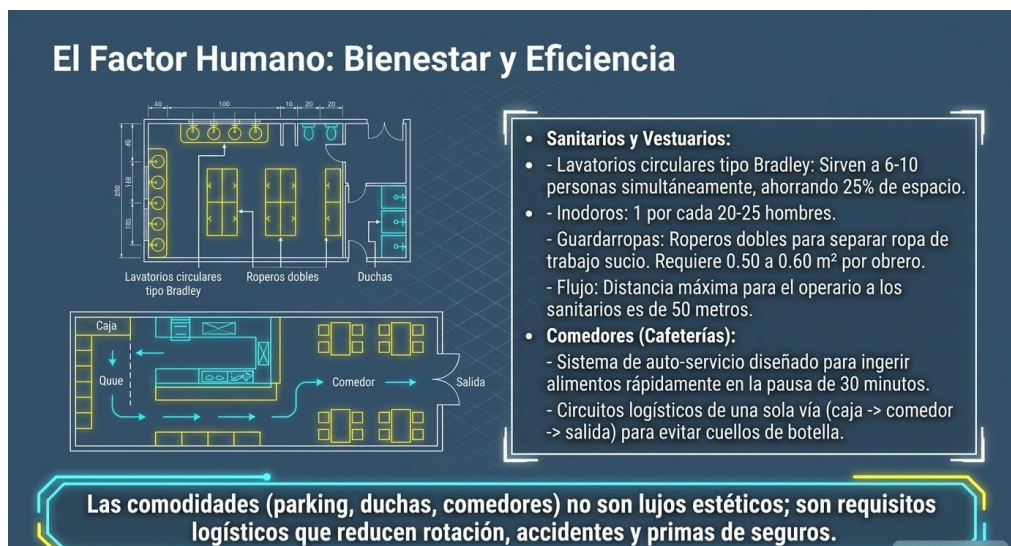
SECCIÓN 5 EL FACTOR HUMANO

Bienestar para mayor Eficiencia

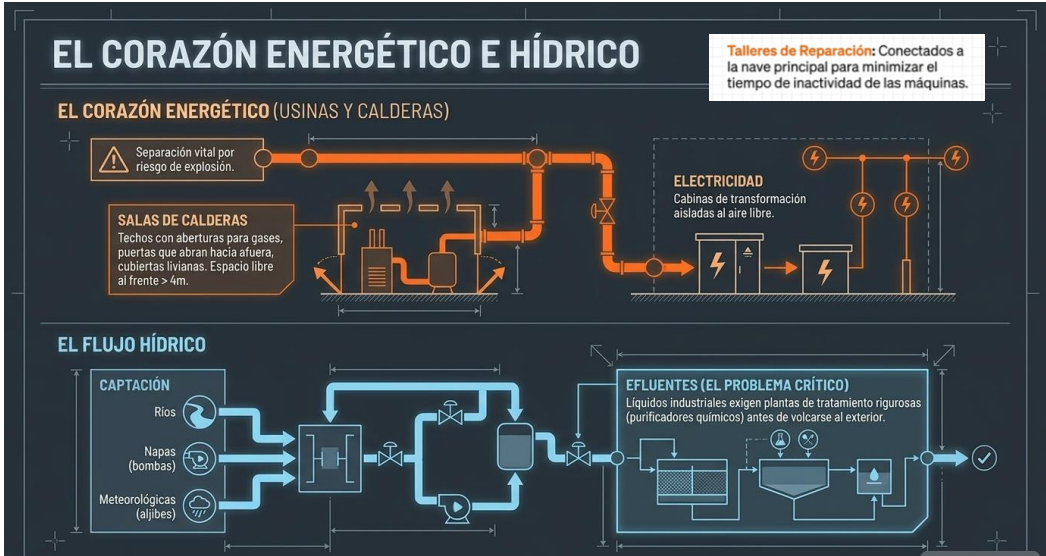
EL FACTOR HUMANO: BIENESTAR y EFICIENCIA



EL FACTOR HUMANO: BIENESTAR y EFICIENCIA



SERVICIOS AUXILIARES: ENERGIA y MANTENIMIENTO

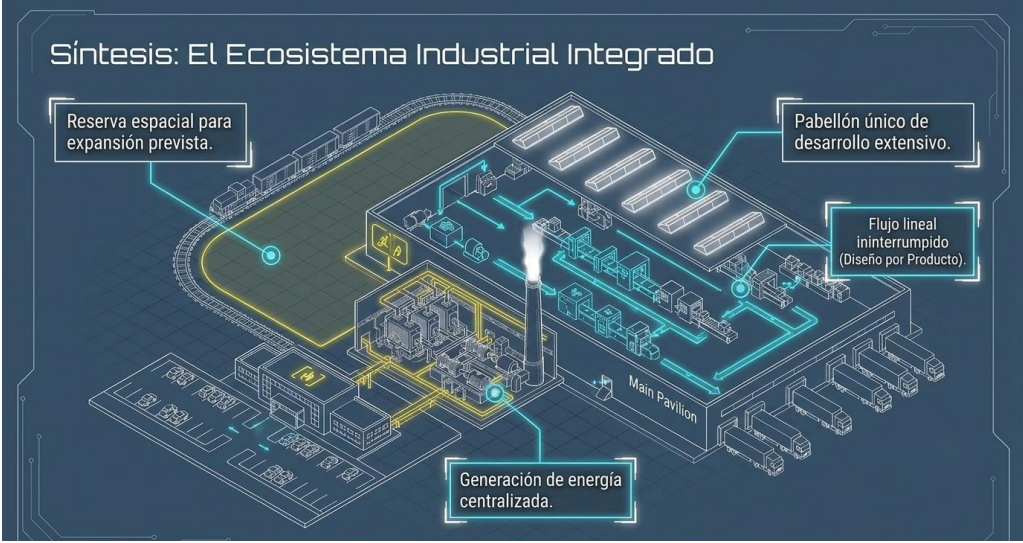


SECCIÓN 6
CUATRO MANDATOS

Síntesis del Ecosistema

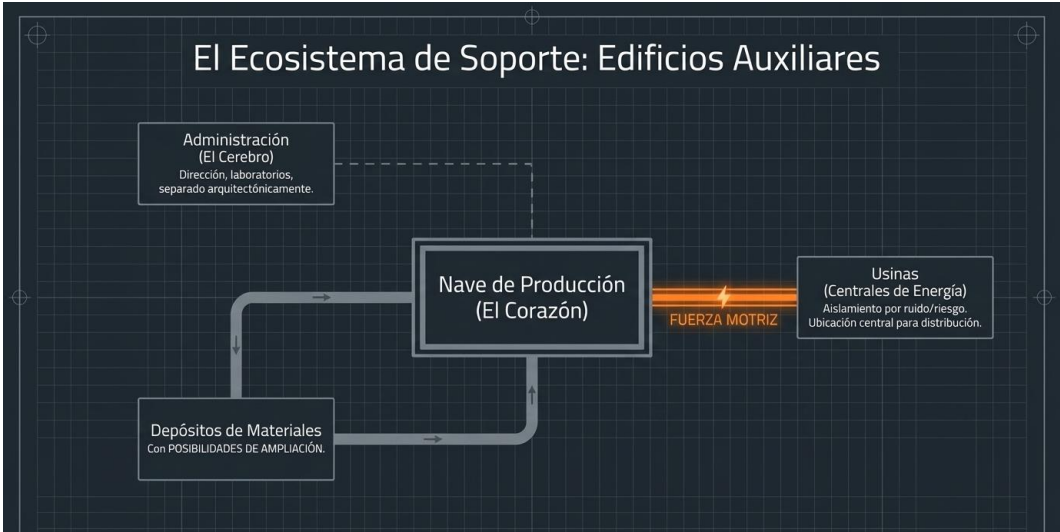
CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

LA FABRICA COMO MAQUINA INTEGRADA



CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

EDIFICIOS AUXILIARES



LOGÍSTICA INTERIOR y EXTERIOR

LA REGLA DE ORO: El material debe recorrer el **mínimo camino posible**, en sucesión lógica, sin retrocesos ni maniobras falsas.

LOGÍSTICA EXTERIOR

- **Ferrocarril:** Radios mínimos (Normal) = **210m** (Ancha), **180m** (Media), **75m** (Angosta).

Tipo de trocha	Ancho entre rieles (m)	Radios mínimos (m)
Ancha	1,676	210 (Normal), 120 (con locomotoras-tenders de 3m entre ejes acoplados)
Media	1,435	180 (Normal), 100 (con locomotoras-tenders de 3m entre ejes acoplados)
Angosta	1,000	75 (Normal), 50 (con locomotoras-tenders de 3m entre ejes acoplados)

- **Camiones:** Andenes exigen radio de giro libre. Semirremolque de **12.20m** exige hasta **14.6m** de despeje.

(Based on the dat of the provided source):

Longitud "L" del Semi-remolque	Ancho "a" disponible p./arrimar	Ancho "A" despejado necesario
12.20 m	3.05 m	14.63 m
	3.66 m	13.41 m
	4.27 m	12.80 m

LOGÍSTICA INTERIOR

- **Manipuleo Físico:** Cintas transportadoras (básico), Grúas-puente (piezas pesadas), Montacargas (flexibles).

- El transporte vertical es siempre el más complejo, favoreciendo la arquitectura extensiva.

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Los 4 Mandatos del Diseño Industrial

1. Criterio de Economía Total

La inversión en el edificio es capital inmovilizado; su único propósito es obtener el mínimo costo para el producto elaborado (considerando seguros, iluminación natural y eficiencia de flujo).

Edificio (Capital Inmovilizado) → Mínimo Costo Producto → Seguros, Luz Natural, Flujo Eficiente

2. Articulación Espacial Lógica

El recorrido de la materia prima dicta la forma arquitectónica, no al revés. Cero retrocesos, mínima manipulación humana.

Materia Prima → Material Flow → Producto Terminado. Retrocesos (Prohibido). Min. Humana.

3. El Diseño del Centro de Producción

La máquina es solo el núcleo metálico; el espacio vital real debe incluir al operario, los márgenes de seguridad, y la logística de alimentación adyacente.

Núcleo Máquina, Operario (Espacio Vital), Logística de Alimentación, Márgenes de Seguridad.

4. La Preparación para lo Fluido

Asumir la obsolescencia del proceso actual. Diseñar pabellones modulares, expansibles y con instalaciones adaptables a la inminente automatización total.

Automatización Total (Inminente). Fin del Documento.

27

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

EJEMPLO DE APLICACION



<https://www.infobae.com/economia/2025/12/04/como-es-y-donde-esta-ubicada-la-nueva-planta-a-la-que-se-muda-una-historica-marca-automotriz-de-la-argentina/>

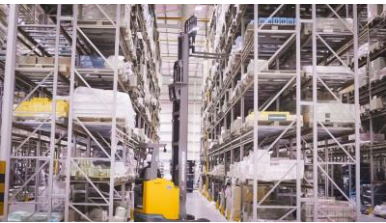


CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

EJEMPLO DE APLICACION



<https://mundoclubhouse.com/2025/02/10/cofarmen-recorre-su-moderno-centro-de-distribucion-automatizado/>



CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

EJEMPLO DE APLICACION



¿CONSULTAS?

“La Arquitectura Industrial concibe una **máquina que contiene máquinas**, considerando un **Mínimo Recorrido** de flujo, con el **Mínimo Costo de Producto Elaborado**”

CÁTEDRA CyMI - FI - UNCuyo - 2026