



Facultad de Ingeniería Industrial

Trabajo de Diploma

Título: Formulación de un modelo de Optimización para la construcción del Acueducto de cruces.

Autor: Celso Ferry Fermín

Tutor: Ing. Pedro Mora Hernández

Curso 2008- 2009

DECLARATORIA DE AUTOR

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" como parte de la culminación de los estudios de Ingeniería Industrial del estudiante Celso Terry Fermín, autorizando a que el mismo sea utilizado por la institución para fines que este estime conveniente tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser prestado en eventos ni publicado sin la aprobación de Cienfuegos.

Celso Terry Fermín
Autor

PENSAMIENTO

“El éxito no es la clave de la felicidad, la felicidad es la clave del éxito. Si usted ama lo que está haciendo, usted será exitoso.”

Albert Schwcitzer

DEDICATORIA

A todos los que este trabajo de diploma les resulte de ayuda y estímulo.

Al mejoramiento organizacional y humano.

A mi familia.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su comprensión y tiempo cedido.

A mi amigo y tutor por sus palabras en apoyo a mi investigación y vida futura como profesional por la solidaridad y el aliento a todos mis amigos.

A todos mi eterno agradecimiento.

Gracias.

RESUMEN

El INRH se ha dado a la tarea de llevar el servicio de agua potable mediano y largo plazo a gran parte de la población de Cuba, pero para mantener esta perspectiva debe trabajarse fuertemente para que llegue a los consumidores un agua libre de impureza y totalmente potabilizada además de blanda.

En este contexto es que surge este trabajo en la Empresa de Acueductos y Alcantarillado de Cruces, cuyo objetivo fundamental es “Formulación para la Construcción del Acueducto de Cruces.”

Para dar respuesta al objetivo planteado se realiza una extensa búsqueda bibliográfica que posibilita la comprobación.

En el trabajo se utilizan técnicas para la búsqueda de información técnicas estadísticas para su procesamiento de trabajo en grupo y la correspondiente revisión bibliográfica además de las herramientas clásicas.

INTRODUCCION

El agua es un vital líquido para la vida en estos tiempos el agua potable escasea debido al cambio climático. Los expertos plantean que en muy poco tiempo habrá guerra por el control de este recurso.

Como pueblo formado por intereses estratégicos de posición geográfica y no por sus condiciones naturales para la formación de un núcleo poblacional que iría en aumento rápidamente, tuvo Cruces que enfrentar la carencia de agua y la imposibilidad de la construcción de un acueducto, porque tampoco tenía fuente fluvial fuerte. Esta situación se atenuaría después con la construcción de pozos brocal y artesianos que constituyeron las bases para que fueran introducidos los molinos de vientos para la extracción de agua. La proliferación de los mismos hizo que desde fine del siglo XIX Cruces fuera conocido como “El Pueblo de los Molinos”.

Hasta 1958 la cabecera municipal mantiene un ritmo de enriquecimiento estable donde se sigue el trazado de la retícula ortogonal creándose un total de 63 manzanas, donde las tendencias de crecimiento son hacia el sur del ferrocarril saltando este umbral debido a la atracción que ejerce la estación y el patio ferroviario, se consolida el centro comercial como una zona de diferentes actividades comerciales y de servicios astronómicos, creciendo hacia la estación de ferrocarril.

Además, dentro de la zona urbana se localizan varias instalaciones productivas tales como: Fábrica de jabones, calzado, tabaco, etc. y al final de la década del 50 se localiza al noroeste la Fábrica de Tablero de Bagazo iniciándose la tendencia de desarrollo industrial. El ritmo de construcción de viviendas en las últimas décadas es alto, lo que ha originado un notable cambio en la tipología arquitectónica de las viviendas. Además, se han desarrollado zonas de producción al norte y noroeste del asentamiento. Caracterizada por industrias de la construcción, talleres y almacenes se amplió y se modernizó la fábrica de tableros bagazo Pro -Cuba. Hacia el sur se construyó una zona

con una infraestructura de apoyo al MINAZ, existiendo un taller de reparaciones de tolvas y locomotoras relacionadas a los centrales.

Por los motivos antes mencionados el INRH como organismo rector para solucionar y mejorar las condiciones de vida de la población se dio a la tarea de realizar una inversión para la construcción del acueducto y satisfacer la demanda del preciado líquido por parte de la población que requería un agua potable para beber y cocinar sus alimentos así como garantizar el aseo personal y la limpieza de los hogares.

Desde el año 1997 se comenzaron a dar los primeros pasos para acometer esta tarea la cual presentó serias dificultades en sus inicios ya que no se contaba con la cantidad de recursos necesarios ni con la calidad de estos por lo que se utilizó tuberías de asbesto cemento, hierro hundido y tuberías galvanizadas inadecuado para ejecutar la inversión lo que provocó que el proceso inversionista se extendiera y se encareciera, ya que fue necesario destruir lo que se había ejecutado en varias oportunidades ya que existían salideros que no permitían que el líquido fluyera sin dificultades para garantizar el abasto de agua los gastos por conceptos de salario se triplicaron y fue necesario sustituir las tuberías por las que realmente necesitaba la inversión, tubos de polietileno PEAD.

Para la ejecución de esta inversión el Estado Cubano asignó un presupuesto que asciende a:

Concepto	U/M	Valor
M total	MP	10856.23
CUC	MP	7038.30

Sin embargo, producto de los problemas que se han presentado los valores reales por los diferentes conceptos se han sobre girados alcanzándose la cifra que se relaciona a continuación

Valor real.

Concepto	U/M	M total	M N	
Total	Pesos	11372086.66	10942667.09	429419.57
Construcción y montaje	Pesos	10060889.04	9640663.99	420225.15
Equipos	Pesos	763770.12	758729.72	4840.40
Proyecto	Pesos	273348.62	270058.22	3290.40
Otros	Pesos	274278.88	273215.26	1063.62

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en dichas investigaciones se plantea el siguiente problema científico:

Como objeto de estudio formular un modelo de optimización para la construcción del acueducto.

Como consecuencia se plantea la siguiente hipótesis de investigación: Que el modelo de optimización para la construcción del acueducto contribuirá. Al mejoramiento, avance y terminación del acueducto.

Para verificar esta hipótesis de investigación se plantea el siguiente objetivo general.

Cómo formular un modelo de optimización para la construcción del acueducto de Cruces.

Derivándose los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las actividades que conforman el proyecto que establecen el orden de procedencia.
- Aplicar las técnicas de la carrera de IT en el modelo de optimización.
- Proponer el modelo de optimización.

El aporte fundamental de esta investigación.

Un enfoque de la formulación de un modelo de optimización en la instalación objeto de estudio como resultado de las principales tendencias y experiencias nacionales e internacionales y su implementación práctica.

Los procedimientos, técnicas, responsabilidades y documentación implementados y listos para aplicaciones futuras.

Los procesos de actuación, vías de solución y análisis económicos resultantes de la experiencia de las aplicaciones realizadas para la puesta a punto de los procedimientos e implementación total.

Para dar cumplimiento a los objetivos, el trabajo se encuentra estructurado en tres capítulos. En el capítulo I se exponen los resultados de la búsqueda bibliográfica realizada.

- Descripción.
- Avance.
- Ventajas.
- Desventajas.

En el capítulo II se realiza el modelo de optimización utilizando las herramientas de II. En el capítulo III se propondrá el modelo de optimización.

Al final del trabajo se describen las conclusiones de la investigación, así como las diferentes recomendaciones que se derivan de ellos.

Capítulo I: Marco Teórico Referencial

1.1 Introducción

El pueblo de Cruces se encuentra situado en la provincia de Cienfuegos, en la actualidad el sistema de acueductos se encuentra en construcción con un avanzado por ciento de ejecución en sus diferentes objetos de obra, las redes de distribución se encuentran en fase de construcción.

El presente estudio se elaboró a petición de la parte inversionista con el objetivo de evaluar algunos cambios que se han realizado durante el proceso de construcción de la red de distribución así como los diámetros de las tuberías que todavía existen del primer proceso constructivo que vivió este sistema en los años 80 los cuales son de HoFo, A^oC^o y HCA que serán sustituidos por tuberías de PEAD.

TOPOGRAFÍA

Cruces se encuentra enclavada en una zona semillada con ondulaciones del terreno donde se destaca como elevación la Loma de Rioja que es el lugar de disposición del tanque que de servicio a la red por otra parte en la zona de ubicación de la extracción de bombeo y planta potabilizadora aparecen pendientes más fuertes debido a la cercanía de la zona Río Crucero.

HIDROLOGÍA

La zona es rica en agua superficial formando parte de la cuenca del Río Crucero y atravesando por el canal paso bonito Cruces proveniente desde el embalse Áviles y que siga toda la zona.

GEOLOGÍA E HIDROLOGÍA

La zona se encuentra enclavada sobre suelos pardos húmicos carbonóticos formados por procesos fluviales y eluviales diluviales sobre materiales coqueos duros y suaves se encuentran potencias de capa vegetal considerables en algunas zonas y las excavaciones de tierra.

Debido a las características geomorfológicas de la zona esta resulta pobre en agua subterránea con pozos capaces de aportar pequeñas caudales no significativos desde el punto de vista de abasto de agua a la población.

La determinación del consumo que demanda y derrumba el pueblo de Cruces se realizó utilizando el proyecto de norma 53-91 para un período de diseño de 20 años, absteniéndose los siguientes resultados:

Población Actual

Denominación	V/M	Valor
Población actual	Habitantes	24000
Datación	L/habitantes /d	235
K1	-----	1,5
K2	-----	1,7
Promedio demanda poblacional	L/S	65,28
Demanda máxima horario de población	L/S	166,46

Población futura

Denominación	V/M	Valor
Población actual	Habitantes	27405
Datación	L/habitantes /d	260
K1	-----	1,4
K2	-----	1,6
Promedio demanda poblacional	L/S	82,47
Demanda máxima horario de población	L/S	184,73

Antecedentes del Proyecto de Acueducto

ABASTECIMIENTO DE AGUA.

La Cabecera Municipal de Cruces cuenta con una población de 24000 habitantes con una norma de consumo de 6625920 lppd, siendo una demanda de 76.67 l/s, (6625.15 m³/d, 6.62 Mm³/d).



La población servida es de 12120 habitantes representando el 61.41 % de la población total.

Este servicio se realiza desde 5 fuentes de abasto (pozos) y desde el Canal Magistral Paso Bonito Cruces:

- El pozo del barrio Las Nubes entrega 1.67 l/s, (144.88 m³/d, 0.14 Mm³/d) en 6 horas.
- El pozo de Tumba Saco entrega 8.0 l/s, (691.2 m³/d, 0.7Mm³/d) en 6 horas.
- Los pozos de La Reforma I y Reforma II entregan 1.25 l/s (108 m³/d 0.1 Mm³/d) cada uno, para un total de 2.50 l/s (216 m³/d, 0.2 Mm³/d) en 3 horas cada uno.
- El pozo del Médico de la Familia entrega 3.37 l/s, (291.6 m³/d, 0.29 Mm³/d).

Desde estas fuentes se entrega un total de 15.54 l/s, (1346.6 m³/d 1.33 Mm³/d).

La calidad del agua de estas fuentes es buena, tratada con cloro y se encuentran protegidos. En general todas las fuentes necesitan de un estricto control de sus áreas de protección, así como la reforestación de los mismos.

Desde el Canal Magistral Paso Bonito Cruces se entregan 45.13 l/s, (3900 m³/d 3.9 Mm³/) en 12 horas. Esta agua entregada es tratada pero no pasada por los filtros.

Se entregan un total de 60.6 l/s, (5246.6 m³/d 5.2 Mm³/d).

Características y Estado Técnico de los elementos de cada sistema.

En estos momentos se entrega el agua desde el Canal hasta el tanque apoyado de capacidad 1300 m³ ubicado en la Loma la Rioja.

El sistema está constituido por 3 bombas, una de reserva y dos funcionando en la obra de toma del Canal Magistral Paso Bonito – Cruces, ambas entregan 45.13 l/s, (3900 m³/d, 3.90 Mm³/d) directamente, provocando periódicamente algunas interrupciones debido a la acumulación en el propio canal de objetos extraños; para el mejor funcionamiento del sistema se debe instalar los filtros a la planta existente y la sustitución del bombeo por bombas sumergibles

Conductoras.

Las conductoras existentes comienzan en la obra de toma del Canal Magistral Paso Bonito – Cruces, hasta el tanque con una longitud 4400 mts (4.4) y diámetro 750 mm.

Zonas críticas de bajas presiones: Son producidas por bajas presiones en la calle Heredia Final afectando 901 habitantes y en la calle Agramante Final hasta Sagua en esta se afectan 521 habitantes para un total de 1422 habitantes afectadas por este motivo, que representa el 7.2 % de la población total de la cabecera.

Redes Principales.

Las redes principales están desglosadas por todo el asentamiento con un total de 14120 mts (14.12 Km) de diferentes diámetros 450 mm (18”), 400 mm (16”), 315 mm (12”), 300 (12”), 200 mm (8”) y 150 mm (6”).

Redes Secundarias.

Las redes secundarias tienen un total de 222180 mts (222.18 Km) con un diámetro de 90 mm.

Estas redes en general se encuentran en buen estado, fase de terminación de su ejecución.

Valoración de las insuficiencias del servicio.

Las insuficiencias del servicio son provocadas por el no funcionamiento de la planta potabilizadora y la insuficiencia de las estaciones de bombeo existentes.

Indicadores específicos de cada aspecto analizado.

Elementos a Evaluar	Indicador		Unidad de Medida	Estado técnico de los elementos de cada sistema
Nivel de Servicio	Dotación per cápita	6625920	lppd	-
	Entrega de agua	5.2	Mm ³ /d	-
	Área servida con redes	4.77	%	-
	Área beneficiada con redes	4.77	Ha	-
	Área sin servicio	-	-	-
	Población servida	61.41	%	-
	Población beneficiada	61.41	%	-
	Población sin servicio	43	%	-
Calidad de Agua	Volumen de agua potabilizada	-	-	-
	Volumen de agua sin tratamiento	-	-	-
Capacidad del Sistema	Intermitencia del servicio	36	Horas	-

Zonas de bajas presiones		0.94	%	-
Depósitos	Cota de terreno	138	m	-
	Altura	-	-	-
	Capacidad	1300	m ³	Bueno
Longitud conductoras		4.4	Km	-
		100	%	Bueno
Densidad de red principal		2.96	Km/Km ²	-
		100	%	Bueno
Densidad de red secundaria		46.47	Km/Km ²	-
		100	%	Mala

Potencialidades y restricciones principales.

Potencialidades:

- Cuenta con una fuente de abasto y planta potabilizadora que les falta la reparación de la parte automatizada de los filtros para su funcionamiento.

Restricciones:

- No se ha conectado el 100 % de la población al sistema de acueducto.

SISTEMAS SANITARIOS.

La población con que cuenta este asentamiento es de 19720 habitantes generando un volumen de residuales de 5962.63 m³/d.

En este asentamiento existe déficit total de un sistema integral de residuales, esto se realiza mediante fosas individuales y colectivas, la zona de los edificios de La Reforma vierten a cuatro fosas que por gravedad van a una zanja paralela a la calle Camilo Cienfuegos que finalmente vierten al Arroyo Guachinango, a esta tubería de la calle Camilo Cienfuegos van a parar los residuales de la zona de viviendas Las Nubes con

una longitud 1600 mts (1.6 Km). Paralela a esta va una tubería de drenaje de longitud 1900 mts (1.9 Km) y diámetro 550 mm (24") en la que vierten residuales así como una zanja en la calle Montalvo de longitud 0.1 Km, otra tubería desde Pepe Alemán por todo el Paseo de Gómez hasta Guachinanga con una longitud 780 mts 0.7 Km.

Además de todo esto, los residuales corren por zanjas existentes en el asentamiento hasta una zanja colectora que recibe los mismos y vierten al Arroyo Guachinanga.

Zonas críticas: Existen en todo el asentamiento pues el mismo carece de una solución integral de residuales, por lo que el manto freático se encuentra altamente contaminado.

Afectaciones al Medio.

Las principales afectaciones que se producen son debido a la no existencia de una solución integral de los residuales, las cuales vierten sin previo tratamiento, como consecuencia de toda esta problemática el recurso agua se ve afectado por la contaminación provocada por la inyección de los residuales humanos, a través de fosas y letrinas al manto freático y en otras losas a cuerpos de aguas superficiales.

Como consecuencia de toda esta problemática el recurso aguas afectado por la contaminación provocada por la inyección de los residuales humanos a través de fosas y letrinas al manto freático y en otros casos a cuencas de aguas superficiales.

Impactos por el vertimiento a la vía pública, al drenaje natural y a los sistemas de drenaje pluvial.

Existe insuficiencia de los ramales y zanjas de drenaje producto del vertimiento de volúmenes de aguas, residuales a los mismos, provocando fundamentalmente en épocas de lluvias obstrucciones y derrame en las calles y aguas superficiales.

Valoración de las afectaciones motivadas por la mala operación – carencia y/o insuficiencia del servicio.

Se puede considerar que el tema referente a los residuales es pésimo debido a:

- Insuficiencias de mantenimiento y limpiezas a las fosas y letrinas sanitarias existentes.
- Vertimiento de residuales domésticos a la vía pública.
- En este asentamiento el problema de los residuales es crítico, el 100 % de los mismos contamina al manto freático y las cuencas hidrográficas.

Todo lo anteriormente expuesto y la carencia de un sistema integral de los residuales son motivados por falta de financiamiento y recursos materiales.

Indicadores específicos de cada aspecto analizado.

Elementos a Evaluar	Indicador	Unidad de Medida	Estado técnico de los elementos de cada sistema
Nivel de Servicio	Áreas con redes	-	-
	Áreas beneficiada sin servicio	-	-
	Población servida con redes	-	-
	Población beneficiada sin servicio	-	-
Calidad de Agua	Volumen de agua depurada	-	-
	Superficie ocupada por cada	-	-

	instalación			
	Longitud de colectores	-	-	-
	Longitud de zanjas	4.3	Km	-
		0.90	Km/Km ²	-
		100	%	malo

Potencialidades y Restricciones principales.

Potencialidades:

- Cuenta con estudio para la solución integral de los residuales.

Restricciones:

- Carencia de financiamiento para acometer el sistema integral de los residuales.
- El manto freático se encuentra altamente contaminado pues el 100 % población vierten a fosas.

DRENAJE Y PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES.

La cabecera municipal no cuenta con sistema integral de recolección de las aguas pluviales, existiendo ocho zanjas las cuales no satisfacen las necesidades de evacuación de las mismas en épocas de intensas lluvias, siendo beneficiada por las mismas un total 1590 habitantes, esto representa el 28 % de la población total.

- Existe una zanja soterrada que sale desde La Reforma paralela a la Calle Revolución hacia el Arroyo Guachinanga con una longitud de 1600 mts (1.6 Km), a esta se le incorporan residuales de las viviendas aledañas.
- Desde la Calle Sagua sale otra zanja soterrada por la calle Camilo Cienfuegos hacia el arroyo Guachinanga con una longitud de 1750 mts (1.7 Km), a la misma se le incorporan residuales.

Otra zanja soterrada comienza en la Calle Calixto García y continúa por la calle Montalvo hasta el arroyo Guachinanga con una longitud de 1380 mts (1.3 Km).

- Otra zanja soterrada sale desde la Calle Sagua por Camilo Cienfuegos hacia el Arroyo Guachinanga de longitud 1760 mts (1.7 Km).
- Desde Pepe Alemán comienza otra zanja soterrada y continúa por Paseo de Gómez hacia Serafín Sánchez con longitud 200 mts (0.2 Km), continúa por la Calle Serafín Sánchez hasta la Calle General Guerra con una longitud de 100 mts (0.1 Km) hacia el arroyo Guachinanga con una longitud 650 mts (0.6 Km) para un total de 950 mts (0.9 Km).
- Existe otra zanja a cielo abierto por toda la calle 24 de Febrero hasta el Arroyo Guachinanga con una longitud de 1800 mts (1.8 Km).
- Existe otra zanja a cielo abierto que comienza en la calle Mal Tiempo y continúa por la calle Aguilera hasta Andreita, con una longitud 530 mts (0.5 Km).
- Otra comienza en la Calle Mal Tiempo, continúa por Estrada Palma hasta la Calle Andreita con longitud de 550 mts (0.5 Km), y desde Estrada Palma hacia la calle 24 de Febrero y de ahí hacia el Arroyo Guachinanga con una longitud de 680 mts (0.6 Km).

Todas estas zanjas se encuentran en mal estado, ya que requieren de limpieza y mantenimiento periódicamente para su buen funcionamiento.

Valoración de las zonas bajas inundables o con peligro potencial de inundación.

Existe vulnerabilidad de zonas inundables en cinco zonas del asentamiento en épocas de intensas lluvias, afectando 13.12 Ha y 542 habitantes por insuficiencias de las zanjas existentes; en el resto de las zonas inundables.

Zonas críticas: Se consideran las áreas inundables donde se afecta población, en este caso están en épocas de intensas lluvias en la totalidad de las calles 24 de Febrero, Cuba y Caridad; en calle San Pedro (200 mts), calle San José (150 mts), calle Marta Abreu (150 mts), en la calle Ricardo Díaz (600 mts), calle Mal Tiempo (130 mts), en la calle Doctor Camero (100 mts), calle Sagua (100 mts) en la calle Julio González (100 mts), calle Castos Trujillo (100 mts) y Mamerto Romero (60 mts).

Evaluación de ríos o zanjas de drenaje natural a rectificar.

No es necesario rectificar cursos de corrientes superficiales para la eficiente evacuación del agua y el saneamiento del suelo, solamente es necesario ejecutar medidas de protección y saneamiento de las zanjas existentes periódicamente ya que en el mismo se vierten desechos sólidos y de residuales de viviendas.

Indicadores específicos de cada aspecto analizado.

Elementos a Evaluar	Indicador		Unidad de Medida	Estado técnico de los elementos de cada sistema
	Área habitada con afectación	13.12	Ha	-
	Población afectada	0.54	M habitantes	-
Impacto Territorial	Total de áreas inundables	14.7	Ha	-
		3.08	%	-
Capacidad del Sistema	Zanjas soterradas	7.9	Km	-
		1.65	Km/Km ²	-
		100	%	Malo
	Zanjas a cielo abierto	3.4	Km	-
		0.71	Km/Km ²	-
		100	%	Malo

Potencialidades y Restricciones principales.

Potencialidades:

- Existen ocho zanjas de drenaje pero con insuficiencias en épocas de intensas lluvias.

Restricciones:

- No se cuenta con financiamiento para acometer un sistema de drenaje integral.
- Las zanjas existentes no funciona eficientemente por falta de mantenimiento periódico.
- El 28 % de la población se encuentra afectada por inundaciones.

Misión

- Brindar servicios de abastecimiento de agua al sistema de INRH en moneda nacional y divisor y a la población en moneda nacional.
- Prestar servicios de evacuación de residuales líquidos al sistema de INRH en moneda nacional y a otras entidades en moneda nacional y divisor y a la población en moneda nacional.
- Ofrecer servicios de evacuación de agua al sistema INRH moneda nacional y a otras entidades en moneda nacional y diversos.
- Ofrecer servicios al sistema de INRH en moneda nacional y a otras entidades en moneda nacional y diversos y a la población en moneda nacional.

Visión

Estos objetivos suelen ser abordados selectivamente pero también pueden acometerse conjuntamente dando la relación existente entre ellos y operativamente den solución a los problemaza los problemas que, afectan el buen servicio consistente en:

- Estudios de fugas de agua solo en moneda nacional.
- Supresión de fugas de agua.
- Desobstrucción de limpiezas de sistema de acueducto y alcantarillado y drenaje pluvial.
- Limpieza de tanques sépticos, fosas y otros sistemas de tratamiento de residuales líquidos.

- Mantenimiento de lagunas de oxidación.
- Montaje, reparación y mantenimiento de redes técnicas, equipos de bombeo de medición y de procesos de tratamiento.
- Abasto de agua mediante carros cisternas.
- Instalación para acueducto y alcantarillado y drenaje pluvial.
- Estudios de eficiencia y proyectos vinculados con la actividad de acueducto.
- Trabajo de análisis de laboratorio para indicadores de agua y aguas residuales solo en moneda nacional.
- Servicios técnicos afines a la actividad de acueducto y alcantarillado solo en moneda nacional.
- Accesorios consultorios y asistencia técnica para la compra de equipos hidráulicos, tuberías y tecnologías para estas actividades solo en moneda nacional.

Sistema de Unión

Unión por soldadura a tope con elementos calefactores

El método de soldadura, es el más común y seguro, simple y barato, no requiere de materiales adicionales aunque la operación es simple, necesita personal especializado y cuidadoso que siga el siguiente procedimiento.

- 1-Instalación del equipo de soldadura.
- 2- Si fuera necesario, instalar una capa o protección contra viento o lluvia.
- 3-Las tuberías o piezas se colocan, en las mordazas y se cierran los extremos.
- 4-Refrendar las partes a soldar (con ayuda de polines u otros soportes).
- 5-Colocar cuchillos rectificadores.
- 6-Rectificar las superficies a soldar
- 7-Sacar los cuchillos.
- 8-Eliminar las virutas.

- 9-Chequear el paralelismo de las superficies instalando las tuberías (Separación máx. 0,5mm)
- 10-Chequear desalineamiento de las tuberías (max 0,1s =% de espesor de pared)
- 11-Limpiar elementos calefactores, con papel crepe y alcohol metálico.
- 12-Chequear temperatura de soldar este debe ser $220^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$
- 13-Colocar elementos calefactores.
- 14-La superficie a soldar se aprieta contra el calefactor, de acuerdo a la temperatura de union, hasta que se produzca un cordón en todo el perímetro de acuerdo a la tabla de presiones y tiempo.
- 15-Reducir la presión de calentamiento lentamente hasta casi 0.
- 16-Después de un calentamiento suficiente (véase valores de la tabla), separa las superficies a soldar del elemento calefactor.
- 17-Sacar el elemento calefactor y unir las superficies a soldar, según la tabla de presiones y tiempo.
- 18-Aplicar la presión de unión lentamente y mantener el tiempo de unión de acuerdo a la tabla.
- 19-Dejar enfriar en esta posición de acuerdo a la tabla.
- 20-Remover las mordazas.
- 21-Proceso de soldadura esta normalizado según DIN16932

Tabla de presiones y tiempo en el proceso de soldadura.

Espesor pared en mm	2-3.9	4.3-6.8	7.1-11.4	12.7-18.2	20.1-25.5	28.3-32.3
Tiempo calentamiento a presión 0.2-0.5Kglcm ³ en seg.	30-40	40-70	70-120	120-170	170-210	210-250
Tiempo de cambio de presión	3-5	4-8	6-10	7-15	10-20	10-25
Tiempo hasta aplicar toda la presión (1.5-2Kglcm ²)	4-6	6-8	8-12	10-15	15-20	20-25
Tiempo total de enfriamiento en minutos	4-5	6-10	10-16	17-24	25-32	33-40
Alto rodón soldadura	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	1.5

Tiempo total del proceso en Min	10-12	13-25	25-35	37-45	45-60	60-75
Cantidad de soldadura xh u/n	6-5	4.6-2.4	2.4-1.7	1.7-1.3	1.3-1	1-0.0

Ejecución de la soldadura.

- Cerrar los extremos opuestos a lugar de la soldadura, para evitar un enfriamiento por corrientes de aire.
- Comprobar la temperatura del plato calefactor antes de cada soldadura.
- Medir la presión de arrastre de las piezas al soldar.
- Limpiar el elemento calefactor con papel crepe y alcohol metílico
- Aplicar la presión Indicada.
- Manteniéndola hasta que la superficie de unión queden en contacto con el elemento calefactor.
- Reducir la presión y esperar el tiempo de calentamiento indicados en las tablas.
- Quitar el elemento calefactor y unir la superficies a soldar, el tiempo de acción debe ser el minuto posible.
- Aumentar en forma gradual la presión de la fusión hasta el valor requerido, manteniéndola hasta que se produzca el enfriamiento especificado.
- Soltar las mordazas que sujetan las piezas.
- Control visual de las soldaduras.

-Redone aproximadamente Iguales

-Superficie de rodones lisas

Factores de Soldaduras

Presión y tiempo en el proceso de soldadura

Diámetro del tubo mm	Pn	Espesor (mm)	Presión de soldadura (bar)	Cordon Aproximado (mm)	Tiempo de calentam (seg)	Tiempo de adaptac (seg)	Tiempo de enfriam (min)	Total (min)
400	6	14.50	12.5	2.3	145	7	19	25

	8	19.10	16.3	3.0	191	7	24	30
	10	23.70	20.0	3.8	237	8	30	37
500	6	18.10	29.6	2.9	181	8	23	38
	8	23.90	25.5	3.8	239	9	31	40
	10	29.70	31.3	4.7	297	10	38	45
630	6	22.80	31.1	3.6	228	8	29	35
	8	30.00	40.4	4.8	300	9	38	4
	10	37.40	49.7	5.0	374	10	48	60
800	6	29.00	50.2	4.6	290	9	37	45
	8	38.10	55.1	6.0	381	10	49	
	10	47.40	80.1	7.5	474	10	61	
900	6	32.60	63.5	5.2	326	9	42	
	8	42.90	82.5	6.8	429	10	55	
	10	53.30	101.3	8.5	533	10	68	
630	4		15.8	1.5	223	7	15	

El método de soldadura, es el más común y seguro para unir tubos PEAD, el proceso es relativamente rápido y simple.

Diámetros pequeños que producen la fábrica

Diámetros (mm)		Pn (atm)	Espesor (mm)	Peso medio Kg/m
90/90.9	79.2	10	5.4-6.3	1.46
110/111	96.8	10	6.6-7.6	2.10
160./161.5	141.0	10	9.5-11	4.55
200/201.8	176.2	10	11.9-13.7	7.11
250/252.3	220	10	14.8-17.1	11.05
315/317.9	285.0	8	15.0-17.3	14.32
	277.6	10	18.7-21.6	17.57
355/358.2	321.2	8	16.9-19.5	18.13
	312.8	10	21.1-24.3	22.36

Conclusiones

El criterio mas común en la gestión de proyecto cuando se desea hacer a menor costo y tiempo la hora el modelo que debe usarse es el dos porque ahora en tiempo y en dinero.

Recomendaciones

Yo propongo que los resultados metodológicos se introduzcan en la práctica cotidiana para gestionar de forma efectiva los proyectos de construcción

Propongo que la empresa constructora teniendo en cuenta de que la herramienta aplicada WINQSB es poco conocida podrían gestionarse los proyectos en ellas o en su efecto en una de mas amplio uso

BIBLIOGRAFIA:

Arenas Cabello, Francisco " Los materiales de construcción y el medio ambiente

[http:// www.cica.es](http://www.cica.es). 6 de enero del 2009.

La atmósfera. La contaminación del aire.

Documento descargado de. www.senmhi.gob.pe/cnt.htm-5k

Comunidad Económica Europea Reglamento del consejo sobre Sistema Comunitario de Gestión y Auditoria Medio ambiental / Bruselas / 10 de Julio del 2003.

Contaminación del aire. Documento descargado de

www.geocites.com/tequimeco/notas/aire.html-53k

Evaluación ambiental Documento descargado de <http://www.wikipedia.org>.

La enciclopedia libre

Fernández de Pinedo, Concha. " Guía de buenas prácticas ambientales ". Fundación Centro de recursos Ambientales de Navarra. Año 2005. Documento descargado de: <http://www.cica.es>

Impacto Ambiental. Bibliografía utilizada por la asignatura de Evaluación de impacto ambiental. Documento Universidad para todos. Editorial Academia

Impacto ambiental sobre el medio natural, social y productivo. Informes archivados en la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas, Cienfuegos

Informe ingeniero geológico de los suelos donde se ubicaron las siguientes plantas de prefabricado: Planta prefabricado de cruces, Planta IMS. Planta gran panel IV. Área de base de apoyo de la construcción, Planta Spiroll.

Mariano, Andrés. " Auditorias Medioambientales en la industria". Noviembre, 1994

Documento descargado de <http://es.wikipedia.org>. La enciclopedia libre

NC-ISO-14001.2004: Sistema de gestión ambiental- Requisitos con orientación para su uso. La Habana 15-01-2000.

NC-19-01-13 Ruido. Determinación de la pérdida de audición. Método de medición. Documento descargado de <http://www.hav.activa.com>

NC-19-01-10 Ruido. Determinación de la potencia sonora. Método de orientación.

NC-19-01-06 Medición de ruido en lugares donde se encuentran personas.

NC-19-01-14 Ruido. Método de medición en los puestos de trabajo.

NC-19-01-04 Ruido. Requisitos higiénicos sanitarios.

NC-120: 2007. Hormigón hidráulico. Especificaciones

Norma Cubana 19-01-36 SNPHT POLVOS INDUSTRIALES, Clasificación y requisitos de seguridad.

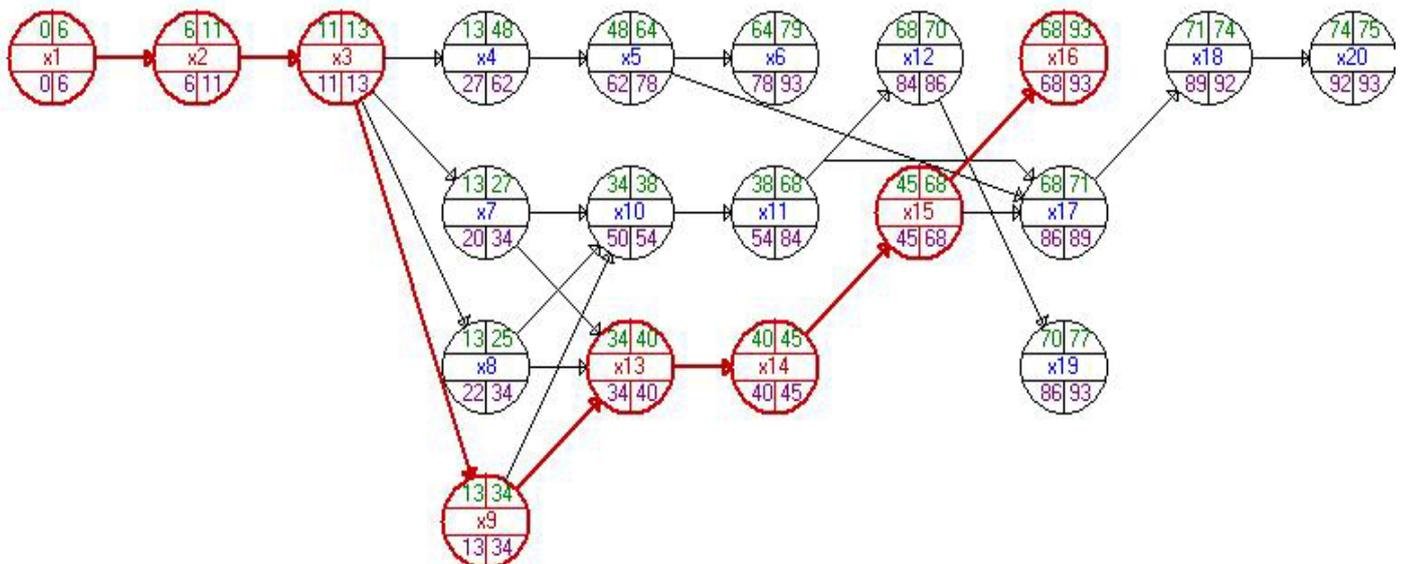
Norma Cubana 19-01-63 Aire de la Zona de Trabajo. Niveles límites admisibles de las sustancias nocivas.

Norma Cubana 93-02-202 Requisitos higiénico sanitarios: Concentraciones máximas admisibles, alturas mínimas de expulsión y zonas de protección sanitaria.

Serrano, Juana Herminia . Protección ambiental y producción más limpia. Parte 1, 2006, Año de la Revolución Energética en Cuba. Documento descargado Omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/097/htm/sec-11.htm-88k.

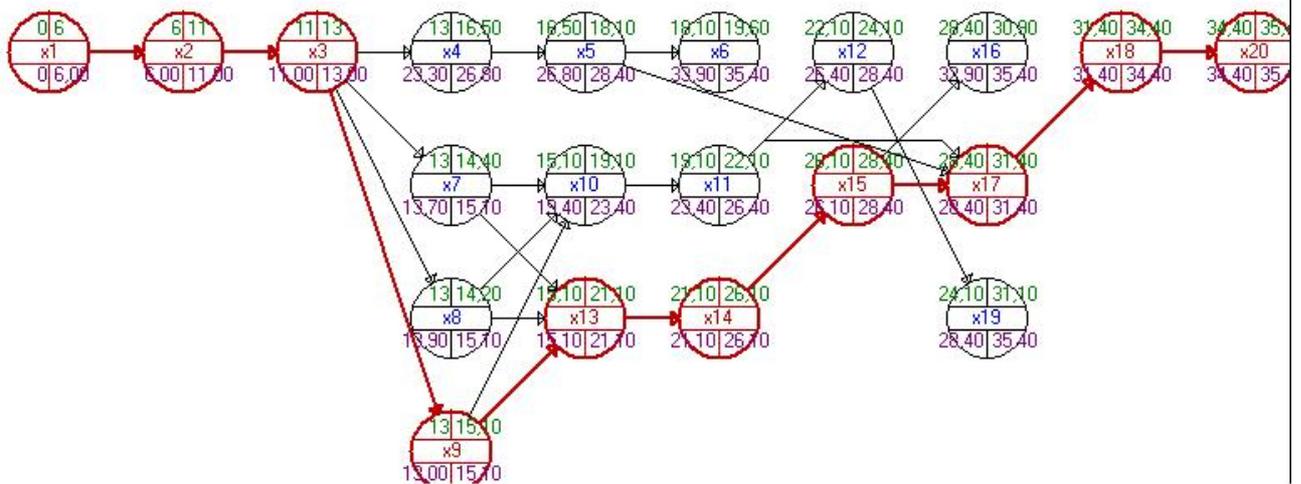
ANEXOS

06-17-2010 23:10:24	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	x1	Yes	6	0	6	0	6	0
2	x2	Yes	5	6	11	6	11	0
3	x3	Yes	2	11	13	11	13	0
4	x4	no	35	13	48	27	62	14
5	x5	no	16	48	64	62	78	14
6	x6	no	15	64	79	78	93	14
7	x7	no	14	13	27	20	34	7
8	x8	no	12	13	25	22	34	9
9	x9	Yes	21	13	34	13	34	0
10	x10	no	4	34	38	50	54	16
11	x11	no	30	38	68	54	84	16
12	x12	no	2	68	70	84	86	16
13	x13	Yes	6	34	40	34	40	0
14	x14	Yes	5	40	45	40	45	0
15	x15	Yes	23	45	68	45	68	0
16	x16	Yes	25	68	93	68	93	0
17	x17	no	3	68	71	86	89	18
18	x18	no	3	71	74	89	92	18
19	x19	no	7	70	77	86	93	16
20	x20	no	1	74	75	92	93	18
	Project	Completion	Time	=	93	meses		
	Total	Cost of	Project	=	0	(Cost on	CP =	0)
	Number of	Critical	Path(s)	=	1			



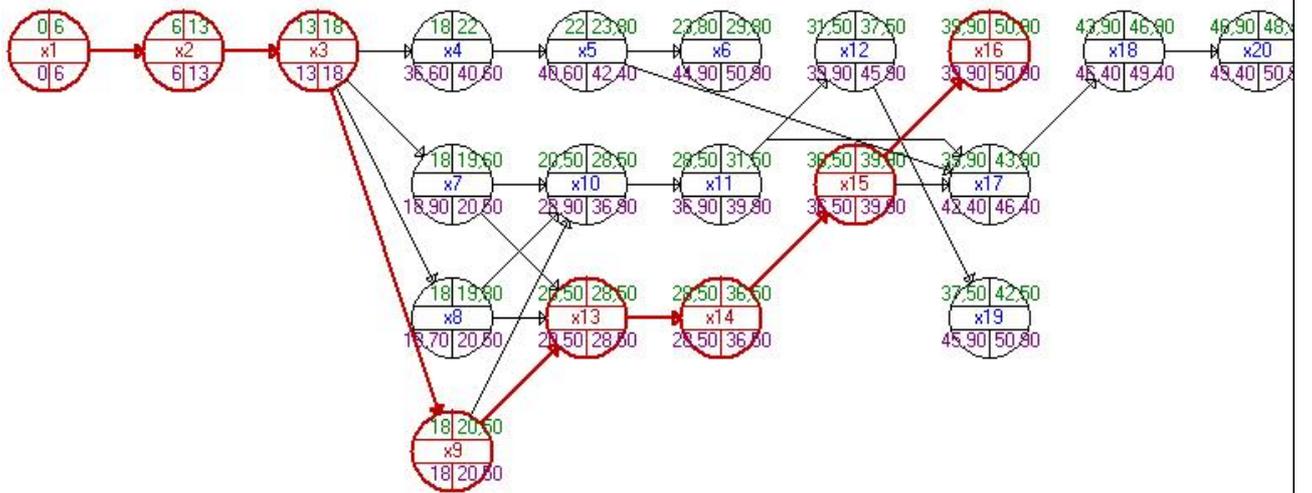
Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost
1	x1		6.0		\$ 217.12	0
2	x2	x1	5.0		\$ 141.83	0
3	x3	x2	2.0		\$ 325.69	0
4	x4	x3	3.5		\$ 354.86	0
5	x5	x4	1.6		\$ 2.31	0
6	x6	x5	1.5		\$10.253	0
7	x7	x3	1.4		\$25.131	0
8	x8	x3	1.2		\$22.960	0
9	x9	x3	2.1		\$59.342	0
10	x10	x7,x8,x9	4.0		\$26.581	0
11	x11	x10	3.0		\$ 3.12	0
12	x12	x11	2.0		\$7.637	0
13	x13	x7,x8,x9	6.0		\$15.022	0
14	x14	x13	5.0		\$4.888	0
15	x15	x14	2.3		\$ 2.52	0
16	x16	x15	2.5		\$1.347	0
17	x17	x5,x11,x15	3.0		\$7.599	0
18	x18	x17	3.0		\$13.027	0
19	x19	x12	7.0		\$34.832	0
20	x20	x18	1.0		\$9.771	0

06-17-2010 23:20:27	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	x1	Yes	6	0	6	0	6	0
2	x2	Yes	5	6	11	6	11	0
3	x3	Yes	2	11	13	11	13	0
4	x4	no	3,5	13	16,5	23,3	26,8	10,3
5	x5	no	1,6	16,5	18,1	26,8	28,4	10,3
6	x6	no	1,5	18,1	19,6	33,9	35,4	15,8
7	x7	no	1,4	13	14,4	13,7	15,1	0,7
8	x8	no	1,2	13	14,2	13,9	15,1	0,9
9	x9	Yes	2,1	13	15,1	13	15,1	0
10	x10	no	4	15,1	19,1	19,4	23,4	4,3
11	x11	no	3	19,1	22,1	23,4	26,4	4,3
12	x12	no	2	22,1	24,1	26,4	28,4	4,3
13	x13	Yes	6	15,1	21,1	15,1	21,1	0
14	x14	Yes	5	21,1	26,1	21,1	26,1	0
15	x15	Yes	2,3	26,1	28,4	26,1	28,4	0
16	x16	no	2,5	28,4	30,9	32,9	35,4	4,5
17	x17	Yes	3	28,4	31,4	28,4	31,4	0
18	x18	Yes	3	31,4	34,4	31,4	34,4	0
19	x19	no	7	24,1	31,1	28,4	35,4	4,3
20	x20	Yes	1	34,4	35,4	34,4	35,4	0
	Project	Completion	Time	=	35,40	meses		
	Total	Cost of	Project	=	\$ 104.983,39	(Cost on CP =	\$ 68.825,66)	
	Number of	Critical	Path(s)	=	1			



Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost
1	x1		6.0		217,12	0
2	x2	x1	7.0		217,12	0
3	x3	x2	5.0		141,83	0
4	x4	x3	4.0		325,69	0
5	x5	x4	1.8		2312	0
6	x6	x5	6.0		102,53	0
7	x7	x3	1.6		251,31	0
8	x8	x3	1.8		229,60	0
9	x9	x3	2.5		293,42	0
10	x10	x7,x8,x9	8.0		265,81	0
11	x11	x10	3.0		3.120,56	0
12	x12	x11	6.0		76,37	0
13	x13	x7,x8,x9	8.0		150,22	0
14	x14	x13	8.0		48,88	0
15	x15	x14	3.4		2.515,87	0
16	x16	x15	11		13,47	0
17	x17	x5,x11,x15	4.0		75,99	0
18	x18	x17	3.0		130,27	0
19	x19	x12	5.0		348,32	0
20	x20	x18	1.50		97,71	0

06-17-2010 23:29:16	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	x1	Yes	6	0	6	0	6	0
2	x2	Yes	7	6	13	6	13	0
3	x3	Yes	5	13	18	13	18	0
4	x4	no	4	18	22	36,6	40,6	18,6
5	x5	no	1,8	22	23,8	40,6	42,4	18,6
6	x6	no	6	23,8	29,8	44,9	50,9	21,1
7	x7	no	1,6	18	19,6	18,9	20,5	0,9
8	x8	no	1,8	18	19,8	18,7	20,5	0,7
9	x9	Yes	2,5	18	20,5	18	20,5	0
10	x10	no	8	20,5	28,5	28,9	36,9	8,4
11	x11	no	3	28,5	31,5	36,9	39,9	8,4
12	x12	no	6	31,5	37,5	39,9	45,9	8,4
13	x13	Yes	8	20,5	28,5	20,5	28,5	0
14	x14	Yes	8	28,5	36,5	28,5	36,5	0
15	x15	Yes	3,4	36,5	39,9	36,5	39,9	0
16	x16	Yes	11	39,9	50,9	39,9	50,9	0
17	x17	no	4	39,9	43,9	42,4	46,4	2,5
18	x18	no	3	43,9	46,9	46,4	49,4	2,5
19	x19	no	5	37,5	42,5	45,9	50,9	8,4
20	x20	no	1,5	46,9	48,4	49,4	50,9	2,5
	Project	Completion	Time	=	50,90	meses		
	Total	Cost of	Project	=	\$ 300.883,63	(Cost on	CP =	\$ 108.208,52)
	Number of	Critical	Path(s)	=	1			



Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost
1	x1		6.0		\$217,12	0
2	x2	x1	5.0		130,27	0
3	x3	x2	2.0		325,69	0
4	x4	x3	35		347,64	0
5	x5	x4	1.6		1.970,50	0
6	x6	x17	1.5		101,25	0
7	x7	x3	1.4		249,69	0
8	x8	x3	1.2		227,98	0
9	x9	x3	2.1		575,38	0
10	x10	x7,x8,x9,x13	4.0		258,78	0
11	x11	x10	3.0		3.039,74	0
12	x12	x17	2		75,42	0
13	x13	x5	6		141,13	0
14	x14	x11,x13	5		44,95	0
15	x15	x14	2.3		2.496,93	0
16	x16	x17	2.5		13,31	0
17	x17	x5,x11,x15	3		75,99	0
18	x18	x6,x12,x16	3		130,27	0
19	x19	x18	7		336,27	0
20	x20	x19	1		97,71	0

06-17-2010 23:41:13	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	x1	Yes	6	0	6	0	6	0
2	x2	Yes	5	6	11	6	11	0
3	x3	Yes	2	11	13	11	13	0
4	x4	Yes	35	13	48	13	48	0
5	x5	Yes	1,6	48	49,6	48	49,6	0
6	x6	no	1,5	72,9	74,4	73,9	75,4	1
7	x7	no	1,4	13	14,4	54,2	55,6	41,2
8	x8	no	1,2	13	14,2	54,4	55,6	41,4
9	x9	no	2,1	13	15,1	53,5	55,6	40,5
10	x10	Yes	4	55,6	59,6	55,6	59,6	0
11	x11	Yes	3	59,6	62,6	59,6	62,6	0
12	x12	no	2	72,9	74,9	73,4	75,4	0,5
13	x13	Yes	6	49,6	55,6	49,6	55,6	0
14	x14	Yes	5	62,6	67,6	62,6	67,6	0
15	x15	Yes	2,3	67,6	69,9	67,6	69,9	0
16	x16	Yes	2,5	72,9	75,4	72,9	75,4	0
17	x17	Yes	3	69,9	72,9	69,9	72,9	0
18	x18	Yes	3	75,4	78,4	75,4	78,4	0
19	x19	Yes	7	78,4	85,4	78,4	85,4	0
20	x20	Yes	1	85,4	86,4	85,4	86,4	0
	Project	Completion	Time	=	86,40	meses		
	Total	Cost of	Project	=	\$ 334.892,50	(Cost on	CP =	\$ 211.920,50)
	Number of	Critical	Path(s)	=	4			

