

CRITERIOS DE DISEÑO DE REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA UN ZOOLOGICO MODERNO

MSc. Fulgencio José Braga Pérez¹

1-Universidad de Matanzas, fulgencio.braga@umcc.cu

Resumen

El trabajo se fundamenta en Proyecto Ejecutivo de Ingeniería Hidrosanitaria realizado por el autor en la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, República de Cuba en el año 2007, facilitando opciones técnicas al inversionista, Dirección Provincial de Comunales, justificativas ante el Consejo de Administración Provincial para la ejecución de obras de saneamiento en Parque Watking, espacio público relevante para la ciudad, desde mediados del Siglo XIX. El abasto de agua, es un indicador ambiental muy deficiente que descomercializa la zona y la propia instalación en el momento del estudio. El autor conceptualiza la solución del abasto como propuesta de reanimación urbana, categorizando los visitantes por día e introduciendo criterios de demanda de consumo novedosos que potenciarían la instalación como zoológico moderno, primicia para un parque nacional, con actividades especiales de la zona y desarrollos asociados a la riqueza de la naturaleza de su entorno, elementos desentendidos regularmente.

Palabras claves: Zoológicos modernos; abasto de agua; saneamiento



Monografías 2020

Universidad de Matanzas© 2020

ISBN: 978-959-16-4472-5

Introducción

Para la humanidad la exposición de animales tiene su fundamento en el antiguo Egipto, variando su forma en el tiempo hasta nuestros días. Entre las modificaciones más frecuentes se encuentra la eliminación de características evidentes de la cautividad, de manera que los visitantes se sientan lo más próximo a las condiciones reales de la naturaleza. En el diseño de zoológicos, buscando la satisfacción del público, se propician condiciones semejantes al hábitat natural de los animales expuestos. Por la especificidad de los animales, en el diseño de este tipo de zoológicos se garantizan las normas elementales para evitar el abandono de los mismos de las áreas de exposición, creándose para ello obstáculos variados. En función del tipo de zoológico, de las condiciones climatológicas de los países, y propósitos se construyen diferentes edificaciones como refugios, jaulas, edificaciones para la investigación científica u otras, donde se utilizan materiales que no impactan en el ambiente natural del emplazamiento de la obra, pudiendo ser altamente costosas.

Las áreas de exhibición y adyacentes de un zoológico se caracterizan por disponer de una vegetación bien planificada ecológicamente garante de sus funciones. En correspondencia con los objetivos de este tipo de obras, básicas para la recreación, la divulgación cultural, las investigaciones y esparcimiento de la población que visita; en su diseño se conciben la belleza de caminos, senderos, avenidas, jardines, equipamiento de juegos de niños, salas de proyecciones e instalaciones de servicios como: cafeterías, quioscos, restaurantes y otros grandes consumidores de agua. Lamentablemente, en el caso del Parque Watking, aunque bien aprovechadas las características del lugar, sin dudas, bajo un pensamiento moderno y futurista, en atención a la ubicación en la periferia, en su momento, la presencia de manantiales y baños públicos cercanos a la entrada del Valle Yumurí, es un zoológico confinado por la urbanización y del tipo de exhibición en cautiverio, con un sistema muy precario de abasto de agua, incapaz de permitir la conformación de un producto turístico de ciudad, para su sustentabilidad, y mucho menos para la creación de un esparcimiento totalmente sano.

Es de señalar, que la existencia del parque en el momento del estudio, con menor compromiso de viviendas cercanas, en una zona más propicia para actividades de esparcimiento que residencial, según Planes de Ordenamiento Territorial y Urbanos históricamente (DPPF, 1983), dada su cercanía al Centro Histórico, y, localización en el abra del Río Yumurí lo convertiría en punto de partida de un gran Parque Nacional Valle de Yumurí, que se frustra como muchas otras soluciones territoriales donde la mediocridad se impone sobre la razón técnica vulnerando el patrimonio local.



Monografías 2020

Universidad de Matanzas© 2020

ISBN:

Desarrollo

El Proyecto de abasto de agua propuesto, conceptualmente, permitiría la optimización de los recursos de la empresa inversionista, para la programación por etapas, de las inversiones a mediano y corto plazo, facilitando el aprovechamiento inmediato de las potencialidades del Parque como *Espacio Público* regional, razón por la que se elaboró un esquema de ordenamiento de las actividades o etapas de diseño como sigue:

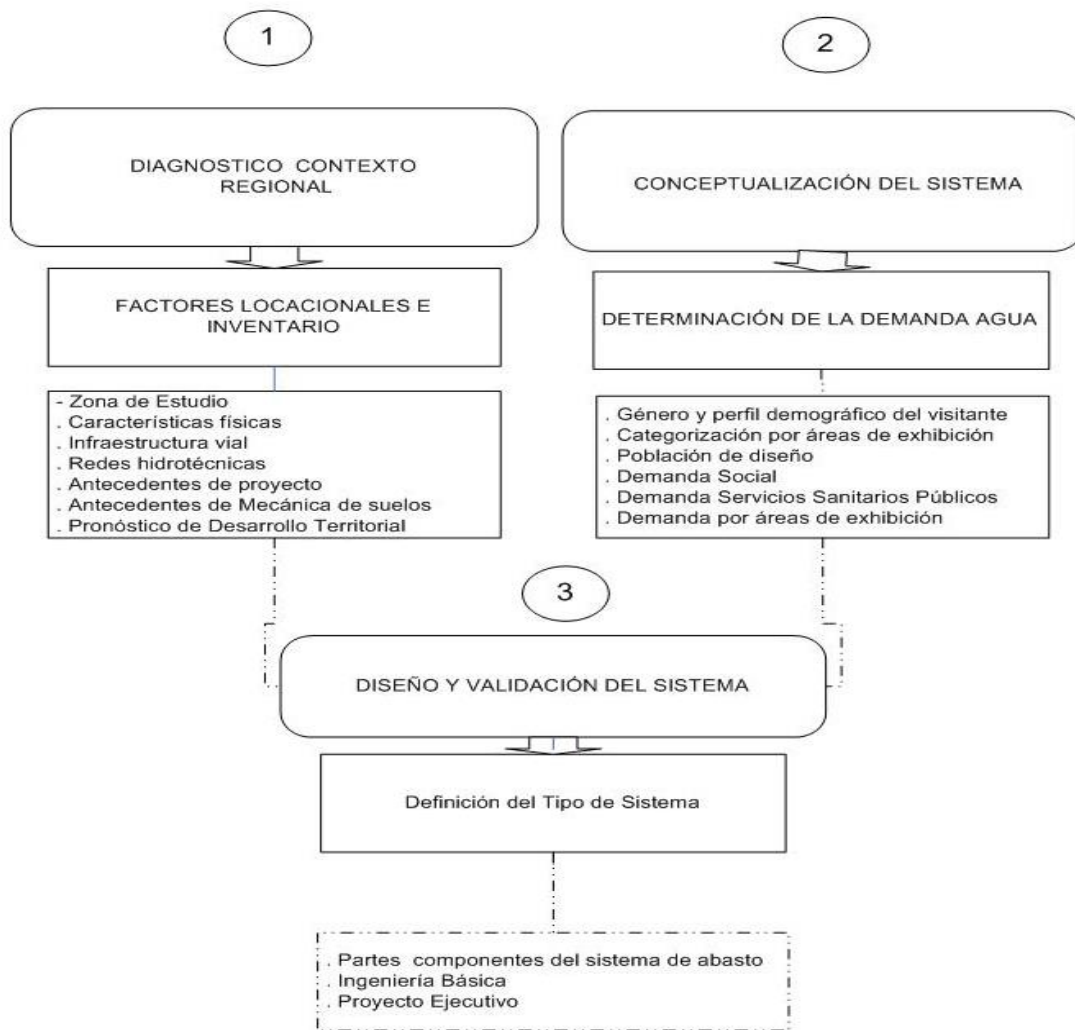


Fig.1 Diagrama de ordenamiento del procedimiento de diseño

Diagnóstico del contexto regional - Factores locacionales

Zona de estudio

El parque Watking, se encuentra localizado en la ciudad de Matanzas capital de la provincia del mismo nombre, ubicada hacia el Norte, desarrollada en los valles y alturas entre los Ríos Yumurí, San Juan y Canímar, con coordenadas geográficas aproximadas: 23° de latitud Norte y 82°15' de longitud Oeste. La Ciudad por su condición de cabecera provincial se caracteriza como centro de las funciones Administrativas y de Gobernación de toda la provincia. El Sector o Zona Parque Watking, objetivo de estudio se encuentra localizado en la parte Baja del Barrio Matanzas Oeste, con cotas aproximadas entre 0, 00 – 1, 50 m s.n.m.

Características físicas

a) Clima.

El Clima en la Ciudad puede clasificarse como clima tropical - lluvioso, con considerables precipitaciones las que se presentan durante el período Mayo - Octubre, con una media anual entre 1000 - 1200 mm, reportándose lluvias Mínimas de 200 – 400 mm en Período Seco, lluvias Máximas entre 800 – 1000 mm para el Período Lluvioso con promedios para el Período Seco de 250 – 300 mm. La temperatura media anual del aire oscila entre los 7 °C y 26°C , temperaturas que se destacan como mínima y máxima para los meses de Enero y Agosto respectivamente. La Presión Atmosférica Media Anual oscila entre los 761, 5 – 762 mm y la dirección de los vientos predominantes son del NE y E con velocidad de 4,5 m/s promedio, todas las referencias según datos del Atlas Geográfico Escolar 1973

b) Relieve y geología

La ciudad de Matanzas desarrollada entre los Ríos Yumurí, San Juan y Canímar se extiende por terrenos correspondientes a la Era Cuaternaria, sobre terrazas planas y pequeñas alturas caracterizadas por cotas entre 0,00 – 102,68 m s.n.m., compuestos por secciones geológicas con presencia de arcillas, arenas, gravas, turbas, calizas arrecifales con predominio en las zonas bajas, como es el caso del área del Parque Watking, constituidos por materiales de arrastres fluviales, con gran presencia de material turboso, limoarcillosos y aislados basamentos de roca caliza. Desde el punto de vista de la sismicidad, la Ciudad de Matanzas se clasifica dentro de una zona con Intensidad Sísmica de 5°, según escala m.k.s. Específicamente el área de Estudio, desarrollada sobre la parte Norte y Centro de la localidad, aparece como una zona con cierta complejidad desde el punto de vista de la resistencia del suelo (EIPi, 2006). Este criterio se corrobora en las características



Monografías 2020

Universidad de Matanzas© 2020

ISBN:

encontradas en las diferentes excavaciones existentes dentro del parque, donde se aprecia la existencia de una pequeña capa vegetal aproximadamente a 0,10 m de espesor, y la presencia del manto subterráneo, a los 0,20 - 1,50 m, en muchos lugares.

Infraestructura Vial

El Sector o Zona Parque Watking, se encuentra comunicado con el resto de la Ciudad mediante vías pavimentadas dentro de una retícula prácticamente perfecta y un Sistema de Transporte Colectivo Urbano, que a pesar de ser deficitario y tener una mala organización, utiliza las principales arterias del Centro Histórico, donde se halla localizado este parque, como recorrido básico de más del 50% de las diferentes rutas locales y de otros transportes de los cuales se servicia actualmente toda la población de la Ciudad de Matanzas. El Parque Watking desarrollado en las riberas del Rio Yumurí, en su margen derecha, sobre una superficie aproximada de 3 ha, delimitado por las Calles Zaragoza, Santa Teresa y Jesús María, mantiene condiciones favorables para la transportación civil y comercial, facilita la interconexión entre importantes instalaciones del Centro de la Ciudad, Polos Históricos y Culturales como: acceso al Valle de Yumurí, Ermita de Monserrate, Alturas de Simpson, Balcón del Yumurí, instalaciones patrimoniales como Casa Miguel Failde, Seminario Evangélico, Fábrica de Cola, Tren de Hershey, Iglesia de Versalles, Iglesia La Catedral y la atractiva y única en el país de su tipo Escalera de Jesús María, además de importantes ruinas industriales pertenecientes a fábrica de refrescos La Bella Matancera y Fábrica de Hielo. Sobresale la ruta al Valle de Yumurí por el conocido camino *El Estero*, por encontrarse sobre un terreno consolidado y permitir serviciarse durante todo el año, independientemente a las condiciones climáticas, además del puente peatonal hacia zona baja de Versalles, lo que potencia la comunicación para posibles rutas turísticas de gran importancia para la Ciudad. (DMPF, 2006)

En el ámbito de la localidad, la trama urbana en el Barrio Matanzas, y en especial en la zona de estudio se mantiene el reticulado perfecto pero con poca señalización y deficiencias en el mobiliario urbano, con pendientes muy pequeñas en las áreas llanas y pendientes superiores al 5% , en las áreas más altas que la circundan, lo que provoca el escurrimiento hacia el lugar por calles pavimentadas. Esta situación no deja de significar de gran preocupación para la operación de Redes de colectores de Aguas Servidas o de Alcantarillados de Aguas lluvias, y para la conservación de la imagen del lugar, en atención al arrastre de gran cantidad de azolves en épocas de lluvias, con la consecuente obstrucción de redes existentes y futuras, además de las suciedades depositadas sobre las superficies de calzadas, badenes y esquinas.



Monografías 2020

Universidad de Matanzas© 2020

ISBN:

Redes Hidrotécnicas

Desde el punto de vista de las Redes hidráulicas de la ciudad, el Área Parque Watking, se localiza en el sector de operación *Zona Baja de Matanzas* de la Empresa de Acueductos y Alcantarillados, donde reciben los beneficios una población y superficie aproximadas de 25.000 habitantes en 260 ha (EAALM, 2016), a través de una Red de Distribución de Agua Potable en explotación, entre las más antiguas de la ciudad, con edades promedios entre 72 y 148 años, en la cual se han realizado muy pocas intervenciones de mejoramiento durante su historia, lo que la caracteriza como una *Red de Estado Técnico Malo* (Ales Ariza, 1980). No obstante, la Empresa de Acueductos y Alcantarillados tiene en su programa de inversiones, una intervención en fecha muy próxima en esta zona, de obras de mejoramiento (EAALM, 2016), condición que garantizaría el reforzamiento del Sistema Privado, de uso exclusivo para esta instalación de recreación. Con relación a las redes de canalización sólo existen colectores de Drenaje Pluvial con tramos que funcionan como sistemas combinados con descarga al Río Yumurí.

Antecedentes de Mecánica de Suelos. Trabajos Preliminares

Por indefiniciones en la Tarea de Proyecto con relación a los tiempos de ejecución y alcance de las posibilidades reales del inversionista, no se realizaron calicatas o pozos de reconocimiento a manera de exploración geotécnica del suelo. En su defecto, se aprovecharon las excavaciones existentes para la construcción de fosas sépticas en las áreas de exposición (Watking, 2007) las cuales permitieron observar una estratigrafía variable que denotaban la complejidad de las obras de saneamiento, y una ejecución con extrema seriedad, por cualquiera de las empresas que se designara para esta actividad, independientemente a que los trabajos de las obras de abasto y alcantarillado no constituyen, aparentemente, ser una obra de gran magnitud, una vez definido el Proyecto ejecutivo.

Se debe tener en cuenta, que en la zona hay un afloramiento natural de manantiales, los cuales escurren bajo todas las vías pavimentadas del sector hasta el Río Yumurí, pudiéndose apreciar en algunos registros existentes por la Calle Ayuntamiento, Velarde y puntos cercanos a la descarga de residuales de la fábrica de cola, en la margen derecha del Río Yumurí.

Aunque la parte de la instalación cercana al farallón, en su lado Norte se desarrolla sobre una roca dura, la mayor parte de las áreas de exposición están distribuidas sobre las zonas con nivel del manto freático relativamente alto y suelos de baja resistencia, que afectan la construcción antes, durante y posterior a su ejecución, condición que impone selección de



Monografías 2020

Universidad de Matanzas© 2020

ISBN:

materiales adecuados, y, personal con alta especialización en obras de saneamiento, de manera que se alcancen los estándares requeridos para su sostenibilidad.

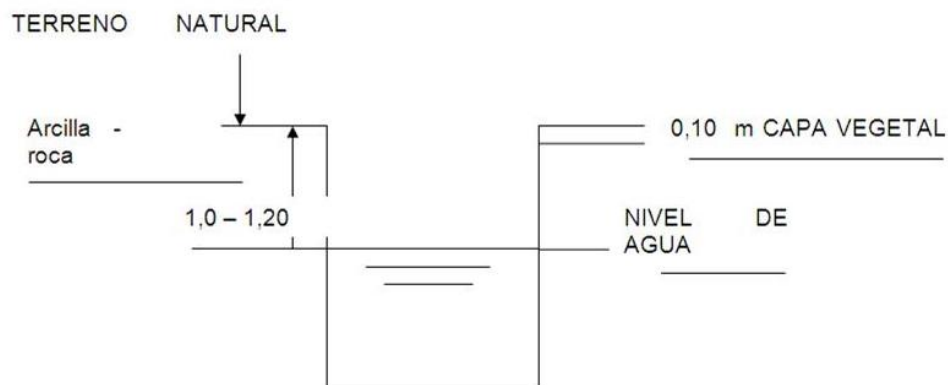


Fig. 2 Foso en área de exposición de hienas y palomas

Conceptualización del sistema de abasto.

El suministro de agua para Consumo Social y Riego proyectado, quedó definido en el Análisis de Variantes, al condicionarse el servicio a la posición y régimen de funcionamiento de un tanque apoyado, el cual se garantizaría mediante los siguientes trabajos:

1. Conexión desde la Calle Zaragoza a Zona Baja, mediante una acometida de diámetro DN 2", considerada como ampliación de la Red, desde un punto de mayor diámetro en las calles adyacentes.
2. Tanque Apoyado de Hormigón situado en parte Alta del Parque por Calle Zaragoza
3. Red de Distribución Combinada para ATA y Tomas de Manguera para Riego.

Esta alternativa desde un tanque apoyado, con la conformación además, de una red de distribución capaz de entregar presiones de servicio en acuerdo a la normativa vigente, el mejoramiento de la capacidad de porteo, la sectorización y acuartelamiento de la red, cumpliendo con los criterios de redundancia de este tipo de red, con régimen de operación directa con el tanque y que utiliza la energía de la red de la zona, es la propuesta sobre la base de costos mínimos por concepto de aumento de caudales y habilitación de almacenamientos de agua adecuados garantes de su capitalización. Solución que al mismo tiempo potenciaría una instalación, con *administración independiente* y capacidad para la

gestión de un emprendimiento económico sostenible en la zona, garantes de posibles incrementos en la oferta de servicios para el encauzamiento del Desarrollo con fines turísticos de la Ciudad, donde se vinculan al público local y al turismo de tránsito, conociendo la vocación del territorio y las características de algunas instalaciones en el área de estudio.

La propuesta tenía su fundamento a partir del inventario sobre: análisis existentes de las características actuales de las fuentes de abastecimiento y manantiales localizados en el sector, clasificadas como no aptas para el consumo doméstico o riego de áreas comunales (EAALM; CPHE, 2007), forma de abastecimiento actual en el sector, con dificultades para el servicio durante 24 horas, produciéndose el mismo, por intervalos irregulares durante el día (EAALM, 2016), precario Sistema Actual de Abastecimiento (Watking, 2007) dimensionamiento y diseño de obras de regulación (Oficina Nacional de Normalización, 2002.) todos elementos bases para la definición y diseño de las obras solicitadas, de manera que se garantizara el adecuado abastecimiento de agua en cantidad y calidad desde fuentes más confiables.

Determinación de la demanda de agua

El Consumo de agua fue diferenciado como Social – Riego, Demanda de Servicios Sanitarios Públicos y Demanda Animal, entendiéndose el primero como el correspondiente al uso de los trabajadores, los empleados, cafetería y los visitantes por día, Riego de áreas verdes y la limpieza de pavimentos. Como Demanda de Servicios Sanitarios Públicos el correspondiente a dos de ellos (uno proyectado y otro existente a remodelar) y el Consumo Animal todas aquellas aguas que corresponden con la limpieza y consumo de los animales en exposición. El volumen promedio determinado, a los efectos del Proyecto Ejecutivo fue equivalente a un caudal de 32,18 m³/día, en acuerdo a las indefiniciones sobre el crecimiento probable, las demandas de obras especiales e instalaciones aprovechables del entorno, dado que no se ha contratado por el inversionista un *Estudio Integral*, como corresponde para esta zona (Braga Pérez, 2007). En consecuencia, hubo de realizarse un ajuste en los consumos presentados en fase Análisis de Variantes, para hacer más viable la tramitación y ejecución de este proyecto, eliminándose por tanto, algunas reservas que permitieran la familiarización con los objetos de obra propuestos. Igualmente, se presentó el Perfil Socio – Demográfico del visitante por día esperado, dadas las características de la pirámide de población de la ciudad (Intendencia Municipal, 2003), y basados en las potencialidades turísticas de la Zona , El Barrio y la Ciudad, según informaciones de centros recreativos similares en diferentes partes del mundo, que avalen algunos criterios utilizados.



Monografías 2020

Universidad de Matanzas© 2020

ISBN:

En los cálculos de la demanda, dentro de los porcentajes de pérdidas y visitantes, se tienen en cuenta de todas maneras, algunas necesidades de instalaciones especiales de la zona, relacionadas con la defensa, de las cuales no se tienen referencias.

Características del Perfil Demográfico del visitante estimado

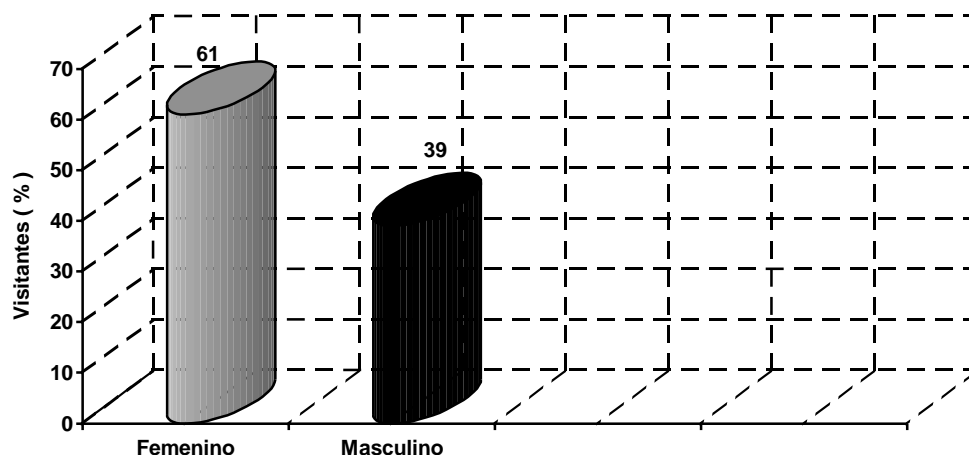


Fig. 3 Género de los visitantes

Al analizar las características de las gráficas de la estructura por sexos se infiere el predominio del sexo femenino en los grupos visitantes, justificados por la preferencia al disfrute de los espacios libres, su constante preocupación por la salud, el bienestar físico, presencia de abuelas que acompañan sus nietos y las garantías de seguridad, elementos para definir la cantidad de muebles sanitarios y servicios públicos en un zoológico moderno, con pretensiones de servir un visitante local, visitantes de zonas contiguas dentro de una Región Motriz, como lo es la Región Matanzas _ Cárdenas _ Varadero (Fundora Caraballo, 2016.), con influencias de la zona de mayor desarrollo turístico de Cuba.

La distribución de edades en los grupos de visitantes indica que es predominante el grupo entre 5 a 46 años (Fig.4), característica que puede fundamentarse en la atracción de este tipo de actividades en niños, jóvenes, adultos con capacidad económica, condiciones físicas adecuadas para salvar la topografía, las condiciones climáticas de la zona y el tiempo libre disponible, principalmente en fines de semana.

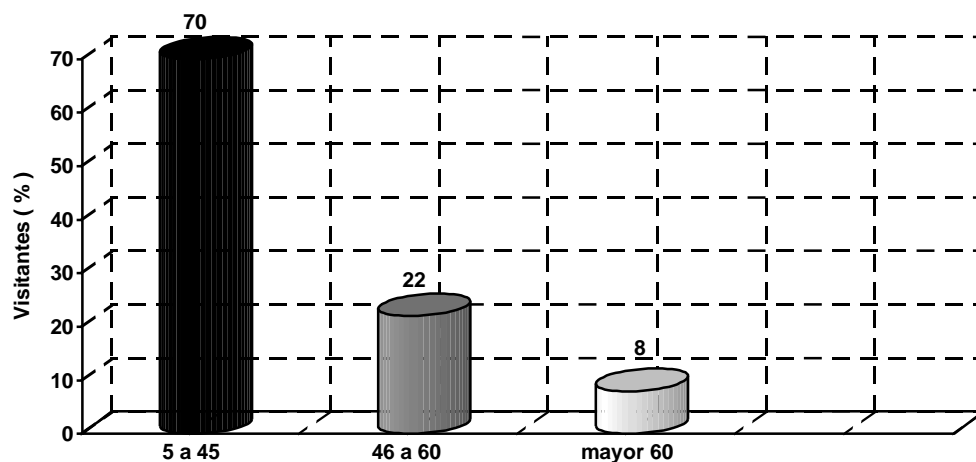


Fig.4 Distribución de edades

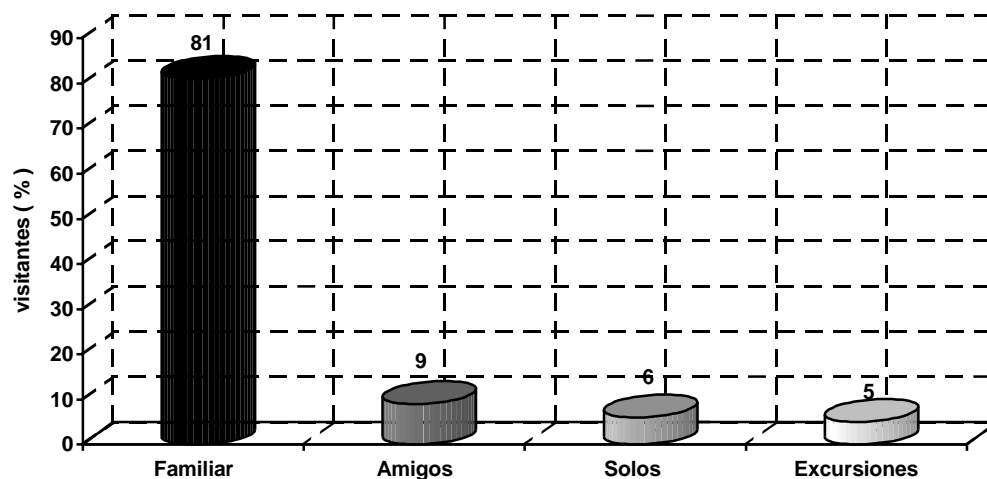


Fig. 5 Composición de los grupos

El otro aspecto analizado en la definición de las normas de consumo utilizadas es la composición de los grupos visitantes, los cuales serán preferiblemente caracterizados como

Familiar, entendiéndose que la actividad de parque de exhibiciones es eminentemente propicia para el disfrute y esparcimiento de grupos familiares dada la gama de actividades aptas para todas las edades (Intendencia Municipal, 2003).

En el caso de los consumos para Animales y Riego éstos han sido determinados a partir de normas vigentes para el riego de jardines y la combinación de normas nacionales y extranjeras de Proyectos Pecuarios y Avícolas, donde los animales, en cautiverio, podrían tener un comportamiento similar a cuando están estabulados, análisis hecho especialmente para aquellos casos en que no han estado definidos por las normas (Oficina Nacional de Normalización, 2002.); Bases de Diseño para el Turismo; Proyectos Territoriales. (Oficina Nacional de Normalización, 1975); Desarrollo actual y prospectivo de las construcciones agropecuarias en Cuba (Instituto Cubano del Libro, 1974); Manual de Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua (Stoimenov et al., 1982.) Es de señalar, que en los consumos por animal, se incluyen los valores relativos a la limpieza de establecimientos, en atención a los volúmenes de desechos sólidos propios de la alimentación y fecas generados por Primates, Leones y otros mamíferos en exhibición, a partir de considerar un sistema organizado de abastecimiento y no rudimentario como el actual (Braga Pérez, 2007).

Toda el agua a suministrar fue considerada deberá cumplir con las características Físico – Química y Bacteriológica de un Agua Potable, razón por la que se planteó la red de *Zona Baja* del Barrio Matanzas como fuente de suministro, sin mezclarse con otras aguas acostumbradas utilizar por la precariedad del abastecimiento existente. No deberán utilizarse las aguas de la Laguna de los Patos para el consumo humano e incluso para el riego, por la mala calidad y el peligro de transmisión de vectores y las características de la composición de los grupos de visitantes, predominantemente de adultos mayores y niños (Braga Pérez, 2007).

Cálculo de las demandas diferenciadas según consumidores

Se resumen las estimaciones realizadas para cada sector, por animales en exposición, como idea general del procedimiento, en atención al carácter del documento que se presenta. En todos los casos, son estimaciones válidas para la justificación de los caudales de diseño de las partes componentes del sistema de abasto, que no puede ser al libre albedrío como generalmente se hace en este tipo de instalaciones, si se tienen en cuenta los impactos producidos al medio, y la insatisfacción de parámetros reglamentarios en zoológicos modernos, muy distantes de las precariedades de los inicios de esta actividad cultural, y de las más recientes decisiones en cuanto a soluciones hidrotécnicas, donde con distribución mediante mangueritas se quieren evitar costos garantes del confort y seguridad sanitaria.



Monografías 2020

Universidad de Matanzas© 2020

ISBN:

Tabla 1 Demanda Social

| N° | Consumidores | Udad | Cant. | Dotación (lppd) | Demanda Promedio | | K ₁ | Demanda Máxima Diaria | |
|----|---------------------------------|----------------|-------|-----------------|-------------------|------|----------------|-----------------------|------|
| | | | | | m ³ /d | L/s | | m ³ /d | L/s |
| 24 | Cafetería | usuarios | 200 | 15 | 3 | 0.06 | 1.39 | 4.17 | 0.09 |
| 26 | Visitantes por día | vis | 2000 | 5 | 10 | 0.21 | 1.39 | 13.9 | 0.32 |
| 27 | Empleados | personas | 17 | 150 | 2.55 | 0.05 | 1.39 | 3.54 | 0.08 |
| 28 | Riego Áreas Verdes | m ² | 4480 | 2 | 8.96 | 0.20 | 1.39 | 12.45 | 0.28 |
| 29 | Limpieza superficie pavimentada | m ² | 5600 | 0.25 | 1.4 | 0.03 | 1.39 | 1.94 | 0.04 |
| 30 | Perdidas 10% Qprom.diario | gl | 1 | 0 | 2.92 | 0.06 | | 4.06 | 0.09 |
| | Total Demanda Social | | | | 28.84 | 0.67 | | 4.08 | 0.93 |

Tabla 2 Demanda de los Servicios sanitarios y animales en exposición

| N° | Consumidores | Udad | Cant. | Dotación (lppd) | Demanda Promedio | | K ₁ | Demanda Máxima Diaria | |
|----|---|----------|-------|-----------------|-------------------|-------|----------------|-----------------------|-------|
| | | | | | m ³ /d | L/s | | m ³ /d | L/s |
| | B.-Demanda Servicios Sanitarios Públicos | | | | | | | | |
| 18 | Baño Público Proyectado | usuarios | 30 | 6 | 0.18 | 0.004 | 1.39 | 0.25 | 0.006 |
| 19 | Baño Existente a Remodelar | usuarios | 30 | 6 | 0.18 | 0.004 | 1.39 | 0.25 | 0.006 |
| | Total | | | | 0.36 | 0.008 | | 0.5 | 0.012 |
| | C.-Demanda Agua Animal | | | | | | | | |
| | Demanda Total | animales | | | 2.986 | 0.067 | | 4.15 | 0.094 |

Diseño y validación del sistema.

Como Bases de Cálculo se utilizan los criterios de la Norma Cubana (Oficina Nacional de Normalización,, 2002.), para la definición de los caudales máximos más probables, el volumen de almacenamiento, los diámetros y el cálculo de pérdidas en tuberías, y para la simulación de la Red, se utilizan métodos aplicables a redes complejas y sencillas como la de este proyecto, según otras fuentes internacionales para redes intradomiciliarias (Braga Pérez, 2007).

Bases de Cálculo y Criterios de Diseño.

- a) Cálculo de pérdidas por fricción en tuberías por la expresión de Darcy-Weisbach, usando la fórmula de Colebrook-White, para la determinación del coeficiente de rugosidad.

$$H = f \frac{LV^2}{D2g} \quad (1)$$

- H: Pérdida de carga en el conducto, en m.
f: Coeficiente de fricción o rozamiento según Colebrook-White
L: Longitud del conducto, en m
V: Velocidad media del agua en el conducto, m/s
D: Diámetro interior del conducto, en m
G: Aceleración de la gravedad, en m²/s
E: Rugosidad Absoluta de la cañería en m
R: Número de Reynolds

$$1/\sqrt{f} = -2\log\left(\left(\frac{E}{3,72D}\right) + \left(\frac{2,51}{R\sqrt{f}}\right)\right) \quad (2)$$



Período de Previsión o Diseño

El período de previsión o diseño, aunque la vida útil de la Red es superior a 30 años, se considera de 15 años, en atención a la incertidumbre en las definiciones de las ofertas de servicios de la zona, lo que puede generar remodelaciones y adecuaciones. Los avances o acometidas para suministro de las diferentes áreas para 15 años (Braga Pérez, 2007).

Caudales de Diseño.

El Caudal de diseño de tuberías y equipamiento se ha tomado en base al número de Unidades de Consumo UC = 96 y al Consumo Puntual para tres (3) tomas de riego, además del Consumo Diario, según la proyección de la Demanda que se demuestra en las tablas del proyecto (Braga Pérez, 2007)

Tabla 3 Resumen de caudales de diseño

| | | | |
|-------------|------|-------------------------------|-------|
| Descripción | | Descripción | |
| UC = | 96 | Qm (L/s) | 3.27 |
| Q (L/s) | 2.67 | Qm (m ³ /h) | 11.77 |
| Qp | 0.6 | Qdiario (m ³ /d) | 32,18 |

Volúmenes de Almacenamiento y Regulación.

El depósito considerado para almacenamiento y regulación de los consumos fue del tipo apoyado, de estructura de hormigón, localizado en el lado de la Calle Zaragoza, en la parte alta del parque, inserto en las áreas del parquecito infantil el que se abastecería desde una matriz principal, considerada como una extensión de la red de *Zona Baja* desde la tubería que viene por Calle Santa Isabel o Manzaneda, aprovechando el trazado de la conductora de Rayonitro en Manzaneda y Jesús María. El Tanque se construiría con dos cámaras que garantizarían los trabajos de mantenimiento, desinfección y labores propias de la operación, y su funcionamiento sería como Unidad de Almacenamiento y Presión Estable, al concebirse como un *Tanque de Almacenamiento Puro*, con entrada por la parte posterior



y salidas para limpieza, reboso y suministro a consumidores por el frente todas de forma independiente, capaz de almacenar un volumen de 20 m³, equivalente al 62% del Consumo Promedio Diario y además un 31 % de ese consumo como reserva para emergencias y necesidades de otras instalaciones especiales. Por sus dimensiones se requiere de una evaluación desde el punto de vista arquitectónico para su inserción de manera integral al espacio, con el enmascaramiento correspondiente de redes, y su posible utilización como mirador, o con adecuación para juegos afines con el parquecito. Su construcción por estar apoyada sobre terreno firme y despejado se hace más viable que en otros sectores del parque (Braga Pérez, 2007).

Tabla 4 Resumen de volúmenes de reserva

| | | | |
|---|---|--------------------------------------|--|
| Caudal Base de Diseño | Qm (m ³ /d) | 94,76 | |
| Volumen de Incendio (V ₁) | Volumen de Almacenamiento (V ₂) | Volumen de Reserva (V ₃) | Volumen del Estanque (V _T) |
| Se considera toma en la Laguna de los patos | 20 | 10 | 30 |

Sistema de Abasto y Red de Distribución

El sistema de Tuberías o Red de Distribución concebida, está conformada por tuberías y accesorios para la distribución del agua a temperatura ambiente (ATA) y el agua de Riego, en una Red del Tipo Mallada o Cerrada, que se conecta a la maestra de entrega que viene desde el Tanque Apoyado. La Red está constituida por dos anillos principales y avances o ramales para la entrega directa a los consumidores, mediante grifos o válvulas de corte (de esfera), de latón y a 3 tomas de riego previstas en puntos medios para el riego de las áreas verdes exteriores a las jaulas de exposición, y limpieza de las áreas pavimentadas del Parque. La Red ha sido dimensionada con Diámetros Mínimos, para el Caudal Máximo Probable, según simultaneidad de Hunter, equivalente a 2,67 L/s generado por 96 unidades de consumo y un Caudal puntual para riego de 0,60 L/s, garantiza de una Presión Mínima de diseño de 10 m.c.a, en el punto más desfavorable (inodoros con Fluxómetros). En la concepción de la Red se consideró pueda independizarse el trabajo en Cuatro Sectores, satisfaciendo los requerimientos básicos de una *Red Redundante*, lo que se resuelve mediante la instalación de 6 válvulas de corte funcionando normalmente abiertas (Braga Pérez, 2007)



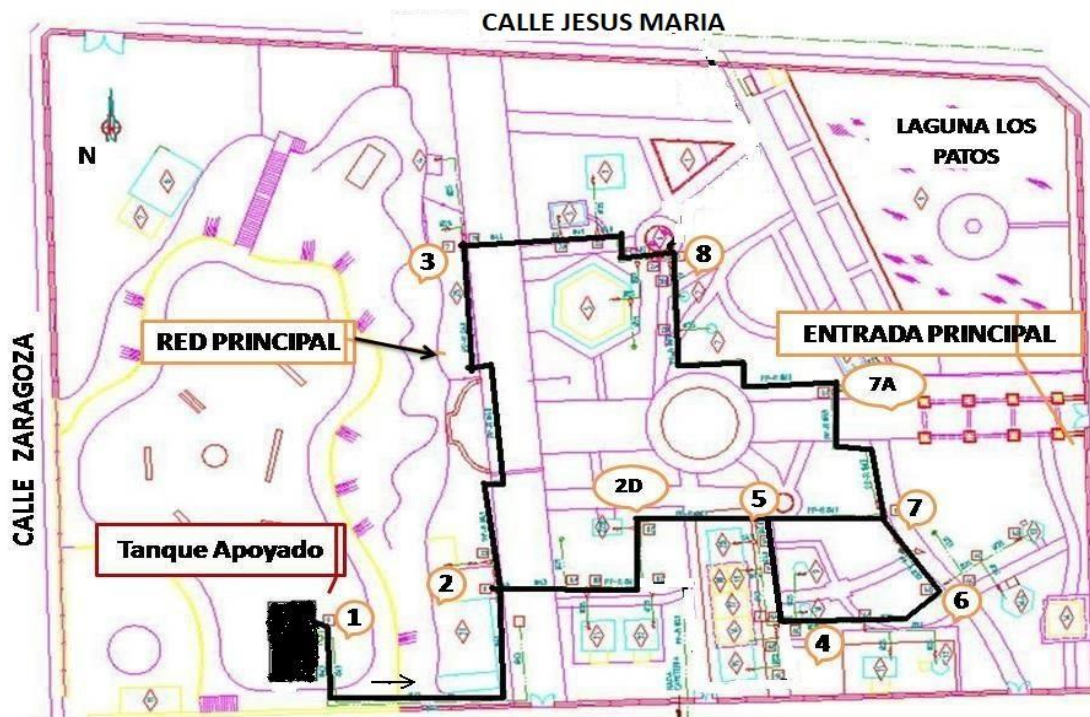


Fig.6 Esquema Red Principal de Agua Potable

Material Seleccionado para las Tuberías

El material seleccionado para las cañerías a instalar fue el sistema de tubos y accesorios soldables por polifusión REPOLEN, muy difundido por la Empresa REBOCA S.L. En Cuba, este material ha sido de muy buenos resultados por su estanqueidad en instalaciones hidráulicas de obras de gran envergadura y menores. Las tuberías y accesorios de este material, están elaborados con polipropileno copolímero Random tipo 3 , PP-R, material de alto peso molecular, con resistencia mecánica muy alta , utilizados también para líquidos con temperaturas de hasta 100°C., que lo hacen ser de alta confiabilidad para el uso en este parque y lograr los estándares esperados para la sostenibilidad de la solución de abasto propuesta para parque zoológico moderno, con mirada de progreso económico y técnico local consecuente con la disminución de los impactos en el medio ambiente.

Selección de Diámetros Mínimos y parámetros de diseño de la red

Para la selección de los diámetros mínimos que componen la Red Principal, se utilizó la expresión siguiente propuesta por la Norma Cubana:

$$D = 35,7 \sqrt{\frac{Q}{V}} = mm \quad (3)$$

Donde:

Q: Demanda Máxima Probable en L/s

V: Velocidad del agua en el conducto en m/s

D: Diámetro del conducto en mm

Tabla 5 Parámetros de diseño de la red de distribución

| Tramos | | Longitud | QPuntual | Qm | DN | V | i | Presión Libre Punto Final |
|--------|-------|----------|----------|-------|------|-------|---------|---------------------------|
| Inicio | Final | (m) | (L/s) | (L/s) | (mm) | (m/s) | (m/m) | (m) |
| 1 | 2 | 48.00 | 0,6 | 3.11 | 63 | 1.00 | 0.01198 | 11.74 |
| 2 | 3 | 33.00 | 0,2 | 1.16 | 40 | 0.92 | 0.01474 | 11.25 |
| 2 | 5 | 24.00 | 0,4 | 1.95 | 50 | 0.99 | 0.01257 | 11.49 |
| 3 | 8 | 22.00 | 0,2 | 0.96 | 32 | 1.20 | 0.01200 | 10.89 |
| 5 | 4 | 12.00 | | 0.72 | 40 | 0.58 | 0.01249 | 11.19 |
| 5 | 7 | 13.00 | 0,2 | 1.23 | 50 | 0.63 | 0.06575 | 10.59 |
| 4 | 6 | 18.00 | | 0.43 | 25 | 0.88 | 0.02126 | 10.96 |
| 7 | 6 | 11.00 | 0,2 | 0.46 | 25 | 0.95 | 0.02413 | 10.37 |
| 7 | 8 | 42.21 | | 0.77 | 32 | 0.95 | 0.01330 | 9.93 |
| | | | | | | | | |

Conclusiones

El comportamiento hidráulico en las tuberías de la Red de Distribución fue aceptable en cuanto a velocidades, todas entre 0,58 - 1,20 m/s en todo su trayecto pues se proyectó para el sostenimiento de un régimen de trabajo en equilibrio contra el *Tanque Apoyado*, responsable de optimizar la energía al mantener los rangos de presiones de manera estable contra la red, y garantizar una presión mínima de 10 m.c.a en inodoros con fluxómetros, al obtenerse presiones entre 9 m.c.a y 11,74 m.c.a, inferiores a 30 m.c.a establecidos como



Monografías 2020

Universidad de Matanzas© 2020

ISBN:

máximo. El volumen de reserva de 20 m³ equivalente al 62% del Consumo Promedio Diario garantiza el agua requerida para el mantenimiento de las buenas prácticas sanitarias del zoológico. Los resultados obtenidos demuestran que los criterios de diseño utilizados son válidos para las redes de abastecimiento de agua de un zoológico moderno. A pesar de haberse entregado los proyectos en el tiempo reglamentado al inversionista, en las obras de remodelación de la instalación unos años más tarde, los órganos locales se desentendieron de los proyectos contratados, manteniéndose el mismo criterio tradicional de soluciones autoritarias que dieron continuidad al servicio precario que se venía brindando en el momento del estudio, sin un concepto integrado de la urbanización concebida en el Plan de Ordenamiento Territorial, muy lejos de propiciar la conformación de un producto turístico de ciudad, para su sustentabilidad.

Referencias bibliográficas

Administración del Parque Watking, 2007. Entrevista sobre funcionamiento del parque. Matanzas :Administrador.

Ales Ariza, Daniel. 1980. *Memoria y planos del sistema de agua potable de la Ciudad de Matanzas. Tesis de Grado.* Ciudad de la Habana : ISPJAE .

Braga Pérez, Fulgencio J. 2007. *Proyecto Ejecutivo de redes hodosanitarias Parque Watking. Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería.*Matanzas.EMPAI.

Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, 2007. *Informes de calidad de las aguas.* Matanzas:CPHE.

Dirección Municipal de Planificación Física, 2006. *Plan geneal de ordenamiento territorial y urbano.* Matanzas: DMPF.

Dirección Provincial de Planificación Física, 1983. *Plan geneal de ordenamiento territorial y urbano.* Matanzas: DPPF.

Empresa de Acueducto y Alcantarillados, 2016. *Informe del Departamento de Operaciones.* Matanzas: EAALM.

Empresa de Acueducto y Alcantarillados, 2007. *Informes de calidad de las aguas.* Matanzas :EAALM.

Empresa de Investigaciones y Proyectos de Ingeniería, 2006. *Mejoramiento y ampliación del servicio de alcantarillado de Aguas Servidas para la Marina.* Matanzas : EIPI.



Monografías 2020

Universidad de Matanzas© 2020

ISBN:

Fundora Caraballo, Abdel A, 2016. *Tecnología para diseño de sistemas de abastecimiento de agua en regiones motrices. Trabajo de Diploma en Ingeniería Civil*. Matanzas : Universidad de Matanzas.

Instituto Cubano del Libro, 1974. *Desarrollo actual y perspectiva de las construcciones agropecuarias en Cuba*. La Habana. : Orbe.

Intendencia Municipal, 2003. *Informe ambiental Montevideo XXI*. Montevideo : Uruguay.

Oficina Nacional de Normalización, 1975. NC-II-132-75:Proyectos Territoriales. La Habana(Cuba) : ONN.

Oficina Nacional de Normalización, 2002. NC 176:Sistema de Abasto de Agua en Edificios Sociales. La Habana (Cuba) : ONN.

Stoimenov Ivanov, Ivan; Gosev Stoiianov, Peter, 1982. *Manual de abastecimiento de agua (En Idioma Búlgaro)*. Sofía : Técnica.



Monografías 2020

Universidad de Matanzas© 2020

ISBN: