

VILLA MI TERRUÑO
Culebra, Puerto Rico
Aplicación de Medidas de Diseño y Conservación de Agua Potable

Consumo Estimado de Agua de VILLA MÍ TERRUÑO:

El Plan Maestro del proyecto **VILLA MI TERRUÑO** (“**VMT**”) se ha diseñado tomando en consideración múltiples medidas de diseño de avanzada para la conservación de consumo de agua. Entre las medidas que se proponen se incluye el equipar **cada unidad residencial** con **[1] una cisterna para la recolección de agua de lluvia de techos**. Además, **[2] se equiparán las unidades con equipos, plumas, duchas, grifos e inodoros de mayor eficiencia en el consumo de agua**. De esta manera, el impacto sobre la demanda de agua potable de la acción propuesta sobre el sistema existente y futuro de la AAA es significativamente menor de lo que normal y comúnmente se estima para proyectos de unidades residenciales. La implantación de estas medidas de conservación reducirá la carga sobre esta faceta de la infraestructura en una cantidad no menor del 60%.

VMT es un desarrollo sostenible modelo con medidas de diseño sustentable de avanzada que ocupará solamente 33.7 cuerdas de terreno de un total de 104 cuerdas, una vez descontada la reserva protegida de 70 cuerdas que incluye el proyecto. El Plan Maestro del proyecto contempla que, reconociendo la demanda real y la disponibilidad de financiamiento para el desarrollo residencial y de hospedaje turístico, el mismo se desarrollará gradualmente a lo largo de 15 años.

El diseño mecánico del anteproyecto contempla, además, un sistema modelo sustentable para el uso y consumo de agua potable y para la disposición de aguas servidas y efluentes sanitarios. Se contemplan instalar en cada vivienda o facilidad de dormitorios **cuatro sistemas independientes [3] dos sistemas de tubería independiente de abasto para el suplido de agua y [4] dos sistemas de plomería sanitaria para la disposición de las mismas**.

Los dos sistemas independientes de **suplido de agua** contemplan **3[a] que el primero se supla de los sistemas de agua potable de la AAA** para el consumo de los grifos de los lavamanos para los residentes o usuarios, para las grifos del fregadero de cocina y para alimentar la máquina de lavar platos. **3[b] El segundo sistema independiente de suplido de agua se nutre del suplido de agua de la cisterna que recoge las aguas de lluvia de los techos** para suplir el agua de las duchas de los baños, los inodoros y la máquina y fregadero de lavar ropa.

Los dos sistemas independientes de **disposición de aguas servidas o sanitarias** contemplan **4[a] que el primero se conecte a los sistemas de disposición sanitaria de aguas negras de la AAA** para disponer de las aguas negras de los inodoros y uriniales, y la del fregadero de cocina y la máquina de lavar platos cuando y si se instala. **4[a] El segundo sistema independiente de suplido de agua se conectará a un tanque o sistema de tratamiento que recogerá las aguas grises servidas** de las duchas de los baños, los lavamanos para los residentes o usuarios y la máquina y fregadero de lavar ropa, este último es el llamado sistema de separar las aguas grises.

Estos sistemas representan una disminución adicional en el consumo de agua que de otra manera se abastecería de los sistemas de suplido y abasto de agua potable de la **AAA**, o un ahorro adicional de aproximadamente 10% de lo que normalmente sería la demanda de una vivienda típica.

La cantidad total de consumo de agua potable calculada del proyecto no ocurre hasta que se implemente el Plan Maestro y el desarrollo esté construido a toda su extensión, luego de los 15 años planificados. Es decir, que el consumo total real se reflejará gradualmente, a lo largo de los 15 años durante cuyo periodo el sistema y capacidad disponible para Culebra, según planificado, será aumentado y mejorado.

A base del estudio de **Factores que Impactan Significativamente el Consumo de Agua y Generación de Efluentes de la AAA** que se detallan en las secciones a continuación, el impacto sobre el consumo de agua potable en los sistemas de la AAA es equivalente al de solamente 7.49 unidades de vivienda, de las 192 unidades equivalentes planificadas a desarrollarse, tanto para uso residencial turístico como paradores y campamento, bajo las normas de diseño de la AAA. El consumo diario de agua potable del sistema de la **AAA**, de tanto las viviendas como de los dos paradores y el campamento y sus áreas de servicio y almacén, se estima en solamente 4,148 galones diarios promedio en vez de los 74,696 galones que resultan de la aplicación de las normas de diseño que establecen un consumo de 400 a 700 galones por día por unidad o habitación turística. Este consumo real diario constituye el 5.55% del consumo normal estimado al aplicar las normas de diseño de la AAA, o sea, una reducción adicional a la anteriormente discutida, que es de casi el 95% del consumo normal estimado bajo las normas de diseño obligatorias de la AAA.

El impacto de efluentes de las facilidades turísticas a ser descargados a los sistemas sanitarios de la AAA es de solamente 10.78 unidades de las 192 unidades equivalentes bajo las normas de diseño de la AAA. La generación de efluentes a ser descargados a los sistemas sanitarios de la **AAA**, tanto de las habitaciones de vivienda como de los dos paradores y el campamento y sus áreas de servicio y almacén, se estima en solamente 5,579 galones diarios en vez de los 52,728 galones que resultan de la aplicación de las normas de diseño que estiman una descarga de efluentes de 400 a 700 galones por día por unidad. Estas descargas sanitarias 5,579 galones diarios son meramente el 10.58% de la descarga normal estimada por las guías de la AAA, o sea, una reducción de casi el 90%.

Treinta y tres pulgadas (33") de lluvia al año sobre 32,419 yd² de captación, producen 6,001,730 galones de agua de lluvia al año una vez el proyecto se desarrolle a toda su extensión. Treinta y ocho pulgadas (38") de lluvia al año sobre 32,419 yd² de áreas de techos de captación producen 6 911,082 galones de agua de lluvia al año que serían recolectados a través de las cisternas de las residencias y facilidades. El agua de lluvia a ser captada en cisternas sería suficiente para abastecer las necesidades totales de agua del proyecto **VILLA MI TERRUÑO** una vez construido a toda su extensión. Ya se señaló que el consumo de agua potable en Vieques y en Culebra para los años 2009-2010 fue de 5,784,233 metros cúbicos de agua.

Igualmente, cada vivienda y demás facilidades gozarían de recursos de agua de lluvia a través de sus cisternas en exceso a su consumo.

Capacidad de Agua Potable de la AAA en Culebra:

El sistema de agua potable de **Culebra** está provisto y operado por la **AAA**. El agua para suplir a Vieques y **Culebra** se extrae del embalse Rio Blanco y se filtra en la Planta de Naguabo. Se transporta a Vieques por tubería submarina con una capacidad de 1.2 millones de galones por día. De Vieques se transporta a Culebra por una tubería submarina que transfiere por gravedad 200,000 galones por día que se recibe primero a un tanque de 500,000 galones y de ahí se transfiere a tres (3) tanques adicionales de y una estación de bomba. Ya ha concluido la construcción de una planta desalinizadora y un nuevo tanque de almacenamiento. Todo el sistema de distribución de agua potable es operado por la **AAA**.

La tubería de abastecimiento de agua potable procedente de Vieques hacia **Culebra** tiene un diámetro de 10 pulgadas (10") y una longitud aproximada de 19.8 kilómetros (km). La misma, parte de la costa norte de Vieques y entra a la costa de Culebra aproximadamente a 2.2 km al noreste de Punta Soldado. La transferencia de agua potable se lleva a cabo por gravedad. El consumo de agua potable en Vieques y Culebra para el 2009-2010 fue de **5,784,233** metros cúbicos.

Los tanques de almacenamiento de agua potable están distribuidos a través de la isla. El agua proveniente de Vieques es recibida en los tanques 1 y 8 de Punta Soldado de 100,000 y 500,000 galones, respectivamente, ubicados en el área de Playa Sardinas II, adyacente a la ubicación propuesta para **VILLA MI TERRUÑO**, y luego transferida por gravedad al Tanque Loma del Cementerio de 100,000 galones. Culebra cuenta con una estación de bomba con una capacidad de 80 galones por minuto (GPM) localizada en la comunidad de Clark. La misma transfiere agua potable hasta el Tanque Tamarindo de 100,000 galones. Al 2004, todos los tanques de almacenamiento de agua en tenían una capacidad de] 1.075 millones de galones. La nueva planta desalinizadora está equipada con un tanque de almacenamiento con capacidad de 200,000 galones, lo que mejora la capacidad de almacenamiento.

En un predio separado de la propiedad, perteneciente a CRA I, se ha permitido el uso temporero de trazado de tuberías de agua potable y acceso para la construcción del nuevo tanque de agua de 500,000 galones en una colina cerca de Punta Tampico.

El sistema de acueductos contaba con seis (6) pozos profundos localizados en la comunidad de San Isidro. Actualmente, los pozos se encuentran abandonados debido a que la calidad de agua no cumple con los criterios de agua potable.

Según discutido, ya se han concluido las obras de construcción para una nueva planta desalinizadora con capacidad de 200,000 galones por día (GPD) en el predio donde se ubica la planta desalinizadora existente (Sector Fraile). La misma estará equipada con un tanque de almacenamiento con capacidad de 200,000 galones. La planta desalinizadora existente tiene una capacidad de 150,000 galones y la misma se pone en servicios durante las temporadas de más consumo de servicio. El Programa de Mejoras Capitales (PMC) de la **AAA** 2010-2014 indica que se está trabajando en la primera de dos fases de mejoras de osmosis revertida a la planta desalinizadora para maximizar la eficiencia de la planta y atender las necesidades de los periodos de consumo pico.

Basado en datos del Censo de 2010, la población de la isla de **Culebra** contaba con 1,818 habitantes para ese año. Según datos suministrados por la **AAA**, el caudal promedio de agua transferido de Vieques a **Culebra** para ese año fue de 200,000 GPD. Este caudal se distribuyó entre uso residencial, comercial e industrial/institucional. La demanda residencial de agua potable para el año 2010 se computó utilizando como base una población estimada de 2,128 habitantes, según establecido en las proyecciones de la JP que no fueron validadas por el Censo, y una demanda de 75 galones por día por persona.

De acuerdo al Plan de Aguas, al año 2004 el consumo por abonado de agua en Culebra se estimaba en 164.12 galones por día. Basado en estos datos, se estimó que el consumo residencial sea de aproximadamente unos 160,000 galones por día para el 2010. De acuerdo a los datos presentados en la Declaración de Impacto Ambiental de la línea de agua potable Vieques-Culebra, el consumo comercial e industrial/institucional es de 30,000 galones por día cada uno. Este consumo se redujo al cerrar la fábrica de Fomento. Se proyecta que la demanda de agua por cliente residencial al año 2020 será de 174.67 galones por día. Se estima que la población de **Culebra** crecerá en los próximos 10 años por 76 personas de 1,818 personas en el 2010 a 1,894 en el 2020 y por veinte personas más al 2025 a 1,914. Se proyecta, además, que sólo se necesitaran 41 viviendas adicionales hasta el 2025 y que se requerirá 7.63 cuerdas adicionales de terreno urbano para suplir las necesidades de vivienda bajo desarrollo de baja densidad y 3.65 cuerdas de media densidad.

Considerando que **Culebra** tenga un aumento moderado en la actividad comercial e industrial/institucional, se estima que la demanda para el consumo de agua aumente de 25,000 a 35,000 galones por día, respectivamente. La demanda de terreno comercial se estima en 1.23 cuerdas y la demanda de terreno industrial en 0.19 cuerdas para un total de 1.42 cuerdas. Se estima que se requerirá 10.86 cuerdas adicionales de terreno urbano para suplir las necesidades de vivienda, comercio e industria.

A base de estos datos, la demanda total estimada de agua potable de **Culebra** para el año 2010 se estima en 200,000 galones por día. Basado en los datos de demanda obtenidos, actualmente el sistema de almacenamiento de **Culebra** posee una capacidad de retención para 5 días. La mayor parte de las residencias y comercios mantienen taques de agua de reserva en su propiedad aumentando así la capacidad total de reserva de agua. La infraestructura existente en Culebra provee almacenamiento suficiente para satisfacer la demanda proyectada para el año 2010. Actualmente, la capacidad de almacenamiento de la isla de **Culebra** es de 1.075 millones de galones (MG).

La línea submarina proveniente de Vieques, que al presente transfiere alrededor de 225,000 a 250,000 galones diarios para el consumo normal y en días de fiestas de alto consumo hasta 325,000 galones a **Culebra**, en unión con la nueva planta desalinizadora con capacidad de 200,000 galones por día (GPD), proveerán cómodamente para la demanda de agua potable proyectada para años futuros a base de un aumento de 25,000 a 50,000 galones diarios de consumo normal y de 75,000 a 100,000 galones diarios de consumo pico en los días de fiesta de alta ocupación turística durante los últimos 10 años.

La infraestructura disponible en el área, tanto de Naguabo, Vieques y **Culebra** tiene la capacidad para suplir este caudal adicional. En la actualidad, se contemplan mejoras a estos sistemas.

Factores de las Guías de Diseño Sustentable de Avanzada de VMT que Impactan Significativamente el Consumo de Agua y Generación de Efluentes de la AAA

- 1. Reducción de un 35% de Consumo por Diseño Con Medidas de Conservación: *VILLA MI TERRUÑO*** se diseñará con especificaciones para instalar el equipo más eficiente disponible, certificado “Energy Star”, para bajo consumo de energía, y/o por el “EPA Water Sense Program,” para las plumas de los lavabos y fregaderos, inodoros, duchas, maquinas de lavar platos y máquinas de lavar ropa. Estimados conservadores de estudios nacionales indican que la instalación de equipo que reduce el flujo, requiere contacto para mantener flujo o la aplicación de restrictores y aereadores pueden reducir el consumo diario interior de agua por un 35%. El uso de agua para usos residenciales normales, sin aplicar métodos modernos de conservación y equipo de consumo eficiente, se calcula en 101 galones diarios per cápita. De estos 69.3 galones diarios per cápita se usan dentro de la residencia y 31.7 galones diarios per cápita se usan en el jardín y en el patio y para lavar autos y otras superficies. El consumo residencial de agua para usos residenciales, aplicando métodos modernos de conservación y equipo de consumo eficiente, se calcula en 45.2 galones diarios per cápita. Esta reducción en consumo de 24.1 galones diarios equivale a una **reducción de 34.78% en consumo**.
- 2. Diseño de dos Sistemas Independientes de Abasto de Agua – Cisternas de Agua de Lluvia y Cisternas de Agua AAA:** Cada residencia y facilidad de ***VILLA MI TERRUÑO*** estará suplida por dos sistemas de abasto de agua, uno que recolectará agua de lluvia y otro de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA). Una vez se desarrollen todas las residencias y facilidades, el proyecto gozará de 32,419 y² (yardas cuadradas) de superficie de techos. Culebra recibe alrededor de 33.25 (862mm) pulgadas de agua anualmente. Por cada pulgada (1”) de lluvia que cae sobre cada y² de superficie, se acumulan 5.61 galones de agua (Vickers, p. 436, *Conversion Factors Table*). No obstante, durante los últimos dos o tres años, se han registrado lluvias más intensas en Culebra, lo cual podría subir el promedio a alrededor de 34 a 38 pulgadas y, por ende, el volumen de acumulación. Treinta y tres pulgadas (33”) de lluvia al año sobre 32,419 y² de captación produciría 6,001,730 galones de agua de lluvia al año una vez el proyecto se desarrolle a toda su extensión. Treinta y ocho pulgadas (38”) de lluvia al año sobre 32,419 y² de captación produciría 6,911,082 galones de agua de lluvia al año que serían recolectados a través de las cisternas de las residencias y facilidades. El agua de lluvia a ser captada en cisternas sería suficiente para abastecer las necesidades totales de agua del proyecto ***VILLA MI TERRUÑO*** una vez construido a toda su extensión. Igualmente, cada vivienda u otras facilidades gozarían de recursos de agua de lluvia a través de sus cisternas en exceso a su consumo.
- 3. Diseño de Dos Sistemas Independientes de Tubería de Alimentación de Agua – de la Cisterna de Agua de Lluvia y de la Cisterna de Agua AAA:** ***VILLA MI TERRUÑO*** se diseñará con dos sistemas independientes de alimentación de agua potable, uno que se suplirá de la cisterna de agua potable de la AAA y otro que se suplirá del sistema de agua tratada de la cisterna de lluvia. Esto permitirá suplir agua de la AAA por tubería independiente a los lavabos de los baños, a las plumas de los fregaderos y a la lavadora de platos. El consumo de estos tres segmentos constituye *solamente el 22.8% o 10.4 galones diarios* per cápita del consumo interior de la residencia que se supliría de la cisterna alimentada por el sistema de agua potable de la AAA. El otro sistema de tubería conectado

a la cisterna de lluvia suplirá el agua de las duchas, de los inodoros y de los lavabos y máquinas de lavar ropa. El consumo de estos usos remanentes del consumo de agua interior residencial constituye el 77.2% o 35.2 galones diarios per cápita del consumo interior de la residencia con instalaciones y métodos de conservación. Igualmente, el sistema de tubería conectado a la cisterna de almacenar agua de lluvia suplirá el agua del jardín, para el lavado de automóviles y otros usos. Esto constituye el 100% de uso del agua de patio o 31.7 galones diarios per cápita que se supliría de la cisterna alimentada por el sistema de agua potable. Solamente el 13.45% del consumo total diario per cápita de la vivienda o 10.4 galones de los 77.3 galones diarios per cápita de consumo total interior y exterior se va a consumir del sistema de agua potable de la AAA.

4. **Diseño de Dos Sistemas Independientes de Tubería de Manejo de Efluentes Sanitarios: VILLA MI TERRUÑO** se diseñará con dos sistemas independientes de manejo de agua de efluentes sanitarios, uno que se conectará al sistema sanitario de la AAA y otro que se conectará al sistema de aguas tratadas grises que se va a utilizar para riego del patio de la vivienda o instalación y la flora de la finca. Esto permitirá descargar al sistema de planta de tratamiento de efluentes sanitarios de la AAA por tubería independiente el agua servida de los inodoros, los baños, los surtidores de los fregaderos y de la lavadora de platos. El efluente de estos tres segmentos constituye solamente el 30.7% o 14 galones del efluente generado en el interior de la residencia el cual se conectará al sistema sanitario de la AAA. El sistema de uso de agua de los patios no va al sistema sanitario de la AAA. En resumen, solamente 14 galones o el 18.1% del consumo total de 77.3 galones agua diario per cápita de la vivienda en su interior y exterior va al sistema sanitario de la AAA.
5. **Cisterna Central y Cisternas Individuales de Almacenamiento de Agua Potable de AAA:** Para aumentar la capacidad del sistema de almacenamiento de agua potable de la AAA en la isla, para aliviar la carga al sistema de la AAA durante las épocas de muchos visitantes y consumo de agua, **VILLA MI TERRUÑO** se propone construir reservas de agua que conjuntamente sumen 200,000 galones para alimentar las necesidades internas sin afectar el uso del sistema público en el resto de la Isla. Estas reservas de almacenamiento son adicionales a las cisternas individuales de cada casa. Se propone que cada casa tenga un sistema de bombeo de presión y cisterna de agua potable que almacene dos semanas de consumo normal. Según nuestros cálculos, y por la existencia de los dos sistemas separados de alimentación desde las dos cisternas de agua pluvial y de la AAA, el tamaño o capacidad de las cisternas varían según el número de habitaciones, es decir por ejemplo, de 500 galones para las viviendas de cinco (5) habitaciones a 125 galones para las viviendas de dos (2) habitaciones.
6. **Uso Estacional Turístico de las Viviendas y Facilidades Turísticas:** El proyecto propuesto de **VILLA MI TERRUÑO** propone proveer viviendas y facilidades turísticas y de recreo y reposo. Contrario a una residencia primaria de una familia, que normalmente se ocupa durante todo el año, o un hotel en San Juan que tiene una tasa de ocupación promedio normalmente en exceso de 75%, las facilidades turísticas y las segundas viviendas de turismo como en Culebra no tienen ocupaciones tan altas. Por lo tanto, solo consumirán agua de acuerdo a su actual uso y ocupación estacional que en Culebra es alrededor de un 50%.
7. **Uso de Viviendas:** La segunda vivienda de recreo y asueto no se ocupa todo el año por su dueño, quien tiene que compartir su tiempo entre su negocio, viajes, compromisos sociales y personales. Normalmente, puede tomar un mes en verano y varios fines de semana largos y visitas esporádicas de tiempo en tiempo. Aún prestando la casa a familiares o amigos el uso adicional no es

significativo. El uso y ocupación personal normalmente no excede de dos meses (60 días) al año con excepciones de estadías más largas o aún permanentes. En promedio, aún visitando un mes y 40 fines de semana, la estadía no excede de 120 días o cuatro meses. Algunos optan por alquilar la casa durante la temporada de invierno o verano, lo que podría aumentar la ocupación por uno o dos meses. Razonablemente, se puede estimar que, en promedio, *las viviendas familiares no estarán ocupadas por más de tres meses al año, o sea 90 días al año en promedio.*

8. **Uso de Paradores Turísticos:** El uso típico de las facilidades turísticas en Culebra es estacional y predominan dos mercados distintos. Los visitantes de Estados Unidos y el extranjero se concentran durante la época de invierno, de fines de diciembre a marzo, cuando azota el frío en el norte y las temperaturas y vientos alisios crean un clima más fresco y sin calores asfixiantes. Por el otro lado, los visitantes de Puerto Rico se concentran durante las vacaciones escolares, Semana Santa y fines de semana feriados. Un estudio informal apunta a que *la ocupación de los hoteles y casas de huéspedes tienden a una ocupación que fluctúa entre un 40% a un 50% de ocupación anual promedio, o sea, 180 días anuales en promedio, incluyendo las dos épocas distintas de la demanda de la población extranjera y la población insular que visita.*
9. **Uso de Campamento de Juventud:** El Campamento de Jóvenes tiene una ocupación aún más baja que las facilidades turísticas y residencias, pues su ocupación está restringida por el año escolar de la juventud y las fiestas, vacaciones u otros compromisos de la familia. *El campamento tiende a tener una ocupación que fluctúa entre dos a tres meses de ocupación anual promedio, o sea, 90 días anuales en promedio.*
10. **Cisternas de Reserva Paso Uso Pico:** Este uso estacional, como se señala, tiene un impacto significativo en el consumo de agua y la generación de efluentes sanitarios al igual que desperdicios sólidos. La reducción de uso y ocupación tan significativa reduce proporcionalmente el consumo de agua potable y los efluentes sanitarios durante el año. Sin embargo, sostiene demanda durante las épocas de muchos visitantes y consumo de agua en la isla. Para remediar esta situación y aliviar la carga al sistema de la **AAA**, y en coordinación con los consultores de Acueductos, durante las épocas de mucha demanda o uso pico, **VILLA MI TERRUÑO** se propone construir reservas de agua que conjuntamente sumen 200,000 galones para alimentar las necesidades internas de bombeo y uso durante la época pico de Culebra sin afectar el uso del sistema público en el resto de la isla. Según señalado, estas reservas de almacenamiento son adicionales a las cisternas individuales de cada casa.

Factores de las Guías de Diseño Sustentable de Avanzada de VMT para el Consumo de Agua y Generación de Efluentes Sanitarios Una Vez Desarrollado a Toda su Extensión

Para determinar el consumo real de agua potable y la generación de efluentes del proyecto propuesto **VILLA MI TERRUÑO**, **D Group Econometrics** llevó a cabo un estudio detallado por unidad de grifo, pluma, ducha, inodoro y equipo de lavar platos y ropa. El estudio provee cómputos del consumo de agua potable de la **AAA**, de la recolección de lluvia en las cisternas, la disposición de efluentes sanitarios a un sistema de aguas tratadas grises para riego y la descarga del remanente al nuevo sistema de alcantarillado que se está instalando en Culebra al presente a un sistema de aguas grises tratadas que se utilizará dentro del proyecto para riego de la vegetación.

Conclusiones del Análisis y Validación

Los consumos netos reales de agua por medición de dos unidades de vivienda *existentes* (que serán reemplazadas por la propuesta) en las propiedades de **Culebra Resorts Associates II , S. en C. por A., S.E. (CRA II) en Culebra**, son de *solamente 127.25 galones de agua de consumo promedio por día para el 2007 y 2008*. Esta cantidad está muy por debajo del consumo que establecen las “**Normas para la Preparación y Control de Calidad de los Documentos Inherentes a los Diseños de Proyectos de Acueductos y Alcantarillados**” de 400 galones por día por unidad. A base de este número, el consumo de las dos unidades existentes debería ser *800 galones por día*, lo que significa que *el consumo real de estas dos unidades de agua suplida por la AAA es el 15.9%* de lo que establecen las normas de diseño. *Este consumo actual real compara favorablemente con el estimado del modelo de consumo con medidas de conservación y diseño sustentable discutido anteriormente siguiendo las guías del “American Water Works Association” (AWWA), lo que resulta en un consumo real de agua potable de solamente el 15% de lo que estiman las normas de diseño y a base de un uso de 365 días al año, lo que valida la conclusión anterior.*

Resumen de Hallazgos Principales:

Consumo de Agua Potable AAA

El resultado de aplicar las normas de diseño sustentable del plan maestro de **VILLA MI TERRUÑO** es que una vez que las 110 unidades y las facilidades turísticas y de servicio sean construidas a lo largo de 15 años, el impacto de consumo de agua potable a los sistemas de la **AAA** *será equivalente al de solamente 14.56 unidades, en lugar de las 192 unidades equivalentes de agua que se estiman bajo las normas de diseño de la AAA*. El consumo diario de agua potable del sistema de la **AAA**, de tanto la vivienda como los dos paradores y el campamento y sus áreas de servicio y almacén, *se estima en solamente 7,135 galones diarios en vez de los 74,696 galones diarios que resultan de la aplicación de las normas de diseño de 400 y 700 galones por día por unidad que provee la AAA*. *Este consumo es de solamente el 9.55%, o sea una reducción de más del 90% del consumo normal estimado por las normas de la AAA*.

Generación de Efluentes a ser descargados al Sistema Sanitario de la AAA:

El resultado de aplicar las normas de diseño sustentable del proyecto **VILLA MI TERRUÑO** es que las 110 unidades de vivienda, las facilidades turísticas y de servicio y el campamento, una vez construidas a lo largo de 15 años, generarán efluentes a ser descargados a los sistemas sanitarios de la **AAA** equivalentes a *solamente unas 22.24 unidades*. *Esto es significativamente menor que la cantidad de 192 unidades equivalentes de agua que resultan estimadas bajo las normas de diseño de la AAA*. La generación de efluentes a ser descargados a los sistemas sanitarios de la **AAA**, tanto de la vivienda como de los dos paradores y el campamento, y sus áreas de servicio y almacén, *se estiman en un promedio de solamente 9,591 galones diarios en vez de los 52,728 galones diarios que resultan de la aplicación de las normas de diseño de 400 y 700 galones por día por unidad que provee la AAA*. *Este consumo es de solamente el 18.19% del estimado por las guías de la AAA, o sea, una reducción de más del 80% de la generación promedio estimada por estas normas*.

Los dos hallazgos principales anteriores resultan del estudio que utiliza los datos nacionales, que se recogen en la matriz del *Modelo de Consumo Real de Agua Potable de D Group Econometrics* y siguiendo las guías del **AWWA** (Vickers, *Handbook of Water Use and Conservation*), y se fundamentan en una

ocupación permanente de 365 días, para el sector de consumo de las viviendas turísticas del proyecto propuesto. Estos análisis indican, similarmente, que tomando en consideración las medidas de conservación y la aplicación de metodología y tecnología de conservación, tanto en el equipo como en las instalaciones y sistemas, y el uso reducido por la ocupación ocasional de las viviendas y facilidades, se estima un consumo real de agua potable de solamente el 15% de la norma de diseño establecida por la **AAA**. Si además de las medidas de diseño y conservación aplicadas, se contempla una reducción real, conservadoramente, a una ocupación de hasta 120 días o cuatro meses durante el año, se produce una reducción del 66.6% de consumo de agua potable de la **AAA** y de generación de efluentes proporcional a ese consumo real. Por lo tanto, se estima un ahorro adicional equivalente a diez (10) de las quince (15) viviendas proyectadas de consumo. Esto redundará en un consumo real mucho menor a los estándares de la **AAA** en todo el proyecto.

Determinaciones Generales:

A base de lo anterior, el impacto de consumo de agua potable a los sistemas de la **AAA** es equivalente al de solamente 7.49 unidades de las 192 unidades equivalentes que resultan bajo las normas de diseño de la **AAA**. El consumo diario de agua potable del sistema de la **AAA**, de tanto las viviendas como de los dos paradores y el campamento y sus áreas de servicio y almacén, se estima en solamente 4,148 galones diarios promedio en vez de los 74,696 galones que resultan de la aplicación de las normas de diseño de 400 y 700 galones por día por unidad que provee la **AAA**. Este consumo es de solamente el 5.55% de lo que establecen las normas de la **AAA**, o sea una reducción adicional a la anterior ya discutida, que es de casi el 95% del consumo normal estimado con estas normas.

El impacto de efluentes de las facilidades turísticas a ser descargados a los sistemas sanitarios de la **AAA** es el de solamente 10.78 unidades de las 192 unidades equivalentes de agua estimadas bajo las normas de diseño de la **AAA**. La generación de efluentes a ser descargados a los sistemas sanitarios de la **AAA**, tanto de las habitaciones de vivienda como de los dos paradores y el campamento y sus áreas de servicio y almacén, se estima en solamente 5,579 galones diarios en vez de los 52,728 galones que resultan de la aplicación de las normas de diseño de 400 y 700 galones por día por unidad. Este consumo es de solamente el 10.58% del consumo estimado por las normas de la **AAA**, o sea, una reducción de casi el 90% del consumo normal estimado por dichas normas.

Treinta y tres pulgadas (33") de lluvia al año sobre 32,419 y² de captación, produce 6,001,730 galones de agua de lluvia al año una vez el proyecto se desarrolle a toda su extensión. Treinta y ocho pulgadas (38") de lluvia al año sobre 32,419 y² de captación producen 6,911,082 galones de agua de lluvia al año que serían recolectados a través de las cisternas de las residencias y facilidades. El agua de lluvia a ser captada en cisternas sería suficiente para abastecer las necesidades totales de agua del proyecto **VILLA MÍ TERRUÑO** una vez construido en toda su extensión. Igualmente, cada vivienda u otras facilidades gozarían de recursos de agua de lluvia a través de sus cisternas en exceso a su consumo.

Validación de Hallazgos:

- A. Los consumos netos reales de agua por medición de dos unidades de vivienda existentes (que serán reemplazadas por la propuesta) en las propiedades de **CRA II** en Culebra, estos son de solamente 127.25 galones de agua de consumo promedio por día para el 2007 y 2008. Esta cantidad está muy por debajo del consumo que establecen las "Normas para la Preparación y Control de Calidad de los Documentos Inherentes a los Diseños de Proyectos de Acueductos y Alcantarillados" de 400 galones

por día por unidad. A base de este número, el consumo de las dos unidades existentes debería ser 800 galones por día, lo que significa que el consumo real de agua suplida por la AAA es el 15.9% de lo que establecen las normas de diseño de la AAA. Este consumo actual real compara favorablemente con el estimado del modelo de consumo tomando en cuenta las medidas de conservación y diseño sustentable discutidas anteriormente y siguiendo las guías de la AWWA, lo que resulta en un consumo real de agua potable de solamente el 15% de lo que establecen las normas de diseño de la AAA, a base de un uso de 365 días al año, lo que valida la conclusión anterior.

- B. Los consumos netos reales de medición promedio diario de 40.29 galones de consumo por día por persona, resultan en 241.74 galones por día por unidad de vivienda, si se hace el cálculo a base de 6 personas. Esta cantidad ajustada por el consumo de los 190 días de ocupación promedios, resulta en aproximadamente un 50% de los consumos normales que establecen los datos nacionales que se recogen en la matriz del Modelo de Consumo Real de Agua Potable de D Group Econometrics, los cuales establecen un consumo promedio de 79.41 galones totales por día por persona y de 476.43 galones por día por unidad equivalente (dos viviendas y 6 personas).

El Modelo de Consumo Real de Agua Potable del proyecto **VILLA MI TERRUÑO**, preparado por **D Group Econometrics**, establece el siguiente consumo equivalente, a base de los respectivos días de ocupación para cada una de las dos viviendas existentes, y en conjunto, de la siguiente manera:

Validación de Consumo Estimado por Modelo y Consumo Real de la Vivienda de Villa Mi Terruño (VMT)									
	Núm. Pers. o Equipo	Consumo Interior	Consumo Exterior	Consumo	Consumo/Día	Días de Consumo	Agua AAA		Agua AAA
		Agua	Agua/Pers.	Total de gal. Agua/Pers.	Total de gal. Agua/Unidad		Consumo Estimado Anual		Consumo Real x 6 Actual VMT
		Total							
3 HAB. & Patios	4	180.2	25.4	70.5	281.8	120	33,816.0		Promedio Años 07/08
1 HAB. & Maint.	2	91.3	31.7	77.4	218.1	260	56,706.0	Anual	
Consumo Total en gals./día				79.41	499.9		90,522.0	Consumo Anual/gals.	45,931.50
Consumo Promedio Total x Persona x Año						190	15,087.00	Por Persona Anual	7,655.25
Consumo Promedio Diario / Persona [6]						Días Prom.	79.41	190	40.29
Consumo x Día x Unidad Equivalente [2 con 6]						Días Prom.	476.43	Unidad	241.74
		Est. Promedio		Estimado	Actual		Estimado	Por Día	Actual VMT
			Por Día	Por Día	190	Por Día (a base de 361 días prom. de lectura 08-09)			
		190	476.43	2007	241.74	361	949.81	361	140.85
		Días Prom.	476.43	2008	241.74	361	949.81	361	113.66
	Estimado		476.43	190	241.74	361	949.81	361	127.25
CUENTA NÚM. 11087203-002-5									

Se midió el consumo a través de la cuenta número 11087203-002-5 de la AAA, Contador KEN06073057, para las dos viviendas equivalentes medidas por el mismo contador de la siguiente manera:

CULEBRA RESORTS ASSOCIATES II CONSUMO DE AGUA CONTADOR RESIDENCIAL CUENTA NÚM. 11087203-002-5							
SERVICIO HASTA	DIAS DE CONSUMO	CONSUMO m ³	CANTIDAD FACTURADA	CONSUMO DIARIO m ³	COSTO m ³	CONSUMO gal./día	CONSUMO ANUAL (gal.)
2007	361	96	\$ 111.83	0.265928	\$ 1.165	67.5762	24,395.00
2008	359	199	\$ 246.98	0.554318	\$ 1.241	140.8602	50,568.80
2009	363	162.5	\$ 223.70	0.447658	\$ 1.377	113.7565	41,293.62

En conclusión, el modelo utilizado todavía está sobre estimando el consumo real total agregado por unidad al consumo que resulta por medición. Esta sobre estimación puede deberse a que el consumo real en Culebra es de menos días que los que se está modelando, lo que requeriría una reducción en el modelo de los días promedios a unos 95 días al año, en lugar de los 120 días y 260 días equivalentes o 190 días promedio para este modelo. Otra posible explicación es que el factor de la ocupación promedio de 6 personas por días de consumo es alto, ya que en realidad un número de fines de semanas la vivienda se ocupa por una sola persona o no se pernocta. No obstante, el consumo real por medición es menor al estimado, lo que indica que la conclusión general del modelo de una reducción sustancial de consumo contra el de las normas de diseño de la AAA es válida. Es decir, que al estimar un consumo de agua potable y de efluentes sanitarios generados a base de las normas de la AAA, el consumo y la descarga real para este tipo de desarrollo sustentable en Culebra son significativamente menores. Esto quiere decir que el sistema de la AAA no debe ser sobrecargado por este proyecto y que el uso y ocupación] real va a ser mucho menor, por unos márgenes más cómodos (en exceso del 50%), que los que indica el modelo de D Group Econometrics. Esto valida aún más la conclusión, aunque sea más conservadora la misma.

Updated:v.03.062712