

## **Anexo 3 Memoria de cálculo de Saneamiento Los Corderos**

**Setiembre de 2023**



## ÍNDICE

1.	MEMORIA DE CÁLCULO DE LA RED DE SANEAMIENTO .....	1
1.1.	Criterios de diseño.....	1
1.1.1.	Capacidad de los colectores .....	1
1.1.2.	Resumen de escenarios y caudales de diseño .....	1
1.1.3.	Pendiente mínima de los colectores .....	3
1.1.4.	Pendiente máxima de los colectores .....	3
1.1.5.	Profundidad mínima de los colectores.....	3
1.1.6.	Ubicación de colectores .....	3
1.1.7.	Cámaras y registros .....	3
1.1.8.	Tirante máximo .....	4
1.1.9.	Velocidad crítica .....	4
1.1.10.	Condiciones de control de remanso.....	4
1.1.11.	Proyección de población .....	4
1.1.12.	Determinación de caudales.....	4
1.1.13.	Diseño de la red.....	5
1.1.14.	Diseño de aliviaderos en la red proyectada .....	6

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Planimetría modelo SWMM .....	7
Figura 1-2 Resultado de la modelación .....	7

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Cálculo de coeficiente de intrusión pluvial – Los Corderos .....	2
Tabla 1-2 Población por cuencas .....	4
Tabla 1-3 Caudales por escenario .....	5

# 1. MEMORIA DE CÁLCULO DE LA RED DE SANEAMIENTO

## 1.1. Criterios de diseño

El proyecto de la red de colectores de saneamiento se realizó de acuerdo a la Guía para Presentación de Proyectos ante el Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento de la Intendencia de Montevideo.

### 1.1.1. Capacidad de los colectores

Se diseñará la red de colectores para que tengan capacidad suficiente de conducción del caudal máximo horario de tiempo seco (doméstico + infiltración) del horizonte de proyecto sin sobrepasar el 75% de la sección. Se calculará adicionalmente la velocidad y la velocidad crítica en cada tramo y en los casos en que la velocidad supere la crítica, el tirante se limitará al 50% de la sección.

Se considerará adicionalmente una cuota de aporte por intrusión pluvial, pero en este escenario se permitirá que los colectores entren en carga hasta un nivel equivalente a la cota de terreno menos 1,0 m, como margen de seguridad, diseñando aliviaderos donde sea posible, para no llegar a la situación de carga mencionada anteriormente.

### 1.1.2. Resumen de escenarios y caudales de diseño

Se propone diseñar la red de colectores de acuerdo a lo expuesto en VII.1.1, para los siguientes escenarios:

- Escenario I: Caudal medio de inicio de periodo más la infiltración (verificación de autolimpieza).
- Escenario II: Caudal máximo horario más infiltración (diseño de colectores para 75% -o 50%- de sección y diseño de estaciones de bombeo).
- Escenario III: Caudal máximo horario más infiltración más intrusión pluvial (diseño colectores en carga hasta un nivel equivalente a la cota de terreno menos 1,0 m, y diseño de aliviaderos).

Se considerarán entonces cuatro componentes en el caudal de contribución:

- caudal doméstico,
- infiltración,
- intrusión pluvial,
- caudales puntuales.

Se resumen en lo que sigue los principales criterios a considerar para cada componente.

#### 1.1.2.1. Caudal doméstico máximo horario

- Dotación inicio de proyecto: 150 L/hab/día
- Dotación fin de proyecto: 150 L/hab/día
- Coeficiente de retorno: 0,85
- Factor de máximo horario  $K1 \times K2 = 4,0$ .

### 1.1.2.2. Caudal de infiltración

Se trata del agua existente en el subsuelo que penetra a las tuberías por las juntas entre ellas, por roturas en las paredes de las tuberías, en los registros y cámaras de limpieza.

Se consideró una tasa de infiltración de 0,35 L/s por Km de red.

### 1.1.2.3. Caudal de intrusión pluvial

Se considera para el cálculo del caudal de intrusión pluvial una metodología en la cual se calcula la intrusión pluvial de acuerdo al método racional y se compara el valor obtenido con el caudal doméstico, para establecer su relación.

A partir de esta relación o “coeficiente de intrusión pluvial” se estima la intrusión pluvial en función del caudal doméstico.

Para la determinación de la intrusión pluvial, se definieron los factores que se detallan a continuación:

- Frecuencia e intensidad de lluvia - Se adoptaron los valores previstos en el PDAPM, de 0,4 mm/min, que corresponde a una frecuencia bianual (semestral).
- Cantidad de conexiones pluviales conectadas a la red de saneamiento de forma irregular – Se utiliza un valor de 15%.
- Superficie impermeable promedio de las viviendas que podrían derivar sus aguas a la red de saneamiento: 60 m<sup>2</sup>.

**Tabla 1-1 Cálculo de coeficiente de intrusión pluvial – Los Corderos**

	Los Corderos
Población	710
Viviendas	142
Dotación	150
Coeficiente de retorno	0.85
Coeficiente de pico	4.0
Área techos de aporte (m <sup>2</sup> )	60.0
Intensidad (mm/min)	0.4
%de viviendas conectadas	15.0
Caudal doméstico (L/s)	4.2
Caudal intrusión (L/s)	8.5
Q <sub>doméstico+intrusión</sub> (L/s)	12.7
$Q_{\text{doméstico+intrusión}} / Q_{\text{doméstico}}$	3.0

Por lo tanto el caudal de intrusión pluvial se calculará de acuerdo a la siguiente relación:

- $Q_{\text{intr. pluvial}} = 3,0 \times Q_{\text{dom. max,h.}}$

#### **Anexo 6 Memoria de cálculo de Saneamiento - Los Corderos.**

Proyecto de Mejoramiento Integral de los Asentamientos Nuevo Amanecer-Los Reyes. MVOTMA- DINISU / PMB.

Setiembre de 2023.

#### **1.1.2.4. Caudales puntuales:**

En el área de Los Reyes no se prevén caudales puntuales.

#### **1.1.3. Pendiente mínima de los colectores**

La pendiente mínima de cada tramo será la que verifique una tensión tractiva de 1,0 Pa para el caudal medio inicial más infiltración (Escenario I).

Cuando el caudal del escenario I sea inferior al caudal de descarga de una cisterna, se considera este último para la verificación de la autolimpieza del tramo, correspondiente a 1,5 L/s. Para un colector de 200 mm de diámetro la verificación anterior se traduce en una pendiente mínima de 0,5 %.

Como pendiente mínima constructiva se adopta un valor de 0,30%.

#### **1.1.4. Pendiente máxima de los colectores**

La pendiente máxima admisible será la correspondiente a una velocidad de 5 m/s.

#### **1.1.5. Profundidad mínima de los colectores**

Para la definición de la profundidad mínima de los colectores se verifican dos condiciones:

##### **■ Conectividad de las viviendas:**

En el caso de los predios regularizados se calcula el zampeado máximo del colector frentista a partir de la cota de umbral de las viviendas considerando los siguientes criterios:

- profundidad de 0,60 m para la cámara inicial de la sanitaria interna,
- pendiente de 2% para la tubería de conexión,
- longitud de la conexión desde el baño de la vivienda al colector frentista,
- 0,20 m para la acometida al colector.

En el caso del área precaria se verifican los padrones visualizados como bajos en el relevamiento topográfico.

Adicionalmente a las verificaciones anteriores, se fija como valor mínimo de profundidad 1,5 m para colectores en calle y 1,2 m para colectores en vereda.

#### **1.1.6. Ubicación de colectores**

Los colectores se proyectan en general por eje de calle, excepto en las calles que solamente tiene lotes frentistas sobre una de sus aceras, en estos caso el colector se ubicará en esta acera.

En los casos de tramos calles donde se proyectan colectores pluviales, el saneamiento se ubica por las aceras.

#### **1.1.7. Cámaras y registros**

Se ubicarán en los siguientes puntos de la red:

- Inicio de colectores;

- En quiebres o cambios de pendiente o unión de colectores;
- Para dividir tramos rectos sin afluentes mayores a 120 m.

Se colocarán cámaras terminales (CT) en todos los inicios de colector o terminales de colector (TC) cuando el colector tenga una pendiente superior a 1,0% y la profundidad inicial no supere los 2,50 m. En los demás puntos singulares se colocarán cámaras de inspección (CI) según los planos generales N°7 y N°8. Cuando el desnivel entre el zameado de entrada y de salida supere los 0,60 m se realizará una cámara con sifón (CII) según plano general N° 9. Se proyectan cámaras especiales en los puntos donde se prevé el alivio de la red en eventos de lluvia.

#### 1.1.8. Tirante máximo

Se proyectará la red con un tirante menor o igual al 75 % del diámetro de la tubería (para el Escenario II).

#### 1.1.9. Velocidad crítica

Se verificó que la velocidad no superara en ningún caso la velocidad crítica de arrastre de aire dada por la expresión:

$$V_C = 6 \times \sqrt{g \times R_h}$$

Siendo:

- VC la velocidad crítica
- g la aceleración de la gravedad.
- Rh el radio hidráulico.

Si la velocidad es superior a la crítica se debe reducir el tirante máximo al 50 % del diámetro del colector.

#### 1.1.10. Condiciones de control de remanso

Se evita siempre que la cota del nivel de agua en la tubería de salida de una cámara quede por encima de la cota del nivel de agua de las tuberías de entrada.

#### 1.1.11. Proyección de población

Para la proyección de población se consideró una densidad de saturación de 5 habitantes por lotes. Este valor se considera conservador ya que en la densidad actual es de 3,7 habitantes por lote, según datos obtenidos en el censo efectuado en el marco de este proyecto.

**Tabla 1-2 Población por cuencas**

Población	
Inicial	Final
525	710

#### 1.1.12. Determinación de caudales

El cálculo de los caudales se realizó en función de los 3 escenarios presentados en el capítulo 1.1.2 Resumen de escenarios y caudales de diseño. Los cuales se resumen a continuación

#### **Anexo 6 Memoria de cálculo de Saneamiento - Los Corderos.**

Proyecto de Mejoramiento Integral de los Asentamientos Nuevo Amanecer-Los Reyes. MVOTMA- DINISU / PMB.  
Setiembre de 2023.



- Escenario I: Caudal medio de inicio de periodo más la infiltración (verificación de autolimpieza).
- Escenario II: Caudal máximo horario al final del período más infiltración (diseño de colectores para 75% -o 50%- de sección).
- Escenario III: Caudal máximo horario al final del período más infiltración más intrusión pluvial (diseño colectores en carga hasta un nivel equivalente a la cota de terreno menos 1 m, y diseño de aliviaderos).

De esta forma los caudales adoptados para el diseño son:

**Tabla 1-3 Caudales por escenario**

Escenario I	Q mín. diseño (L/s)	1,5(*)
Escenario II	Q máx. de tiempo seco (L/s)	4,8
Escenario III	Q máx. con intrusión pluvial (L/s)	12,7

#### 1.1.13. Diseño de la red

En el Apéndice N°1 de este anexo se presentan los resultados del diseño para cada uno de los sistemas de red de saneamiento, exponiendo asimismo los diversos parámetros de diseño a los cuales hacen referencia los criterios mencionados.

En las columnas de la planilla se encuentran los siguientes campos:

**Tramo:** identificador de cada tramo de colector entre cámaras

**Cámara AA:** identificador de la cámara ubicada aguas arriba

**Cámara aa:** identificador de la cámara ubicada aguas abajo

**Longitud:** largo del tramo expresado en metros

**Cota de terreno AA:** cota de terreno en el extremo aguas arriba del tramo (referida al cero Oficial)

**Cota de terreno aa:** cota de terreno en el extremo aguas abajo del tramo (referida al cero Oficial)

**Caudal acum mín:** caudal mínimo de referencia utilizado para el diseño del tramo (expresado en L/s)

**Caudal acum máx:** caudal máximo utilizado para el diseño del tramo (expresado en L/s)

**Zampeado AA:** cota de zampeado en el extremo aguas arriba del tramo (referida al cero Oficial)

**Zampeado aa:** cota de zampeado en el extremo aguas abajo del tramo (referida al cero Oficial)

**Pendiente:** pendiente del tramo (expresada en porcentaje)

**Diámetro:** el interno correspondiente a la tubería del tramo (expresado en m)

**Profundidad AA:** Diferencia entre las cotas de terreno y zampeado en el extremo aguas arriba del tramo (expresada en metros)

#### **Anexo 6 Memoria de cálculo de Saneamiento - Los Corderos.**

Proyecto de Mejoramiento Integral de los Asentamientos Nuevo Amanecer-Los Reyes. MVOTMA- DINISU / PMB.  
Setiembre de 2023.

**Profundidad aa:** Diferencia entre las cotas de terreno y zampeado en el extremo aguas abajo del tramo (expresada en metros)

**Velocidad para Q<sub>máx</sub>:** velocidad de tránsito en el tramo al circular el caudal máximo de diseño (expresada en m/s)

**Velocidad crítica:** es la que resulta crítica para la entrada de aire y resulta de la fórmula allí expresada. Debe ser superior a la “Velocidad para Q<sub>máx</sub>”. (expresada en m/s)

**Tensión tractiva para Q<sub>mín de diseño</sub>:** tensión tractiva producida al circular el caudal mínimo de diseño, (el mayor entre el de referencia y 1.5 L/s), expresada en Pa

**Pelo de agua AA:** Cota de la superficie del agua en el extremo aguas arriba del tramo al circular el caudal máximo de diseño (referida al cero Wharton)

**Pelo de agua aa:** Cota de la superficie del agua en el extremo aguas abajo del tramo al circular el caudal máximo de diseño (referida al cero Wharton)

#### 1.1.14. Diseño de aliviaderos en la red proyectada

Se realizó el estudio de la red bajo las condiciones del escenario III expuesto en el capítulo 1.1.2 Resumen de escenarios y caudales de diseño. Para esto en primera instancia se calculó el caudal incluyendo la infiltración e intrusión pluvial clandestina para fin del período. Para el cálculo del caudal por intrusión pluvial se utiliza el coeficiente de 3,0 estimado en el capítulo 1.1.2.3. El cual considera una lluvia bianual (intensidad 0,4 mm/min), un área impermeable de 60 m<sup>2</sup> por vivienda y un porcentaje de conexiones clandestinas del 15%.

- $Q_{\text{intr. pluvial}} = \text{Factor pluvial} \times Q_{\text{dom. max, h}}$

En el escenario modelado se consideran las siguientes componentes del caudal (para fin de período):

- Caudal doméstico
- Caudal de infiltración
- Caudal de intrusión pluvial clandestina

El caudal estimado en este escenario es de 12,7 L/s.

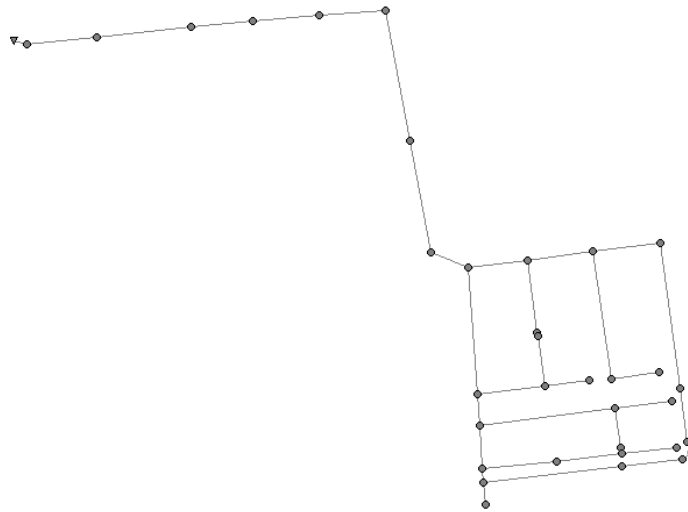
La modelación bajo las siguientes hipótesis:

- En la cámara de aguas arriba de cada tramo de tubería se asigna el caudal de aporte estimado para dicho tramo.
- Los caudales puntuales se asignan en la cámara de aguas arriba del tramo donde se conectarán.
- Se le impone como cota máxima admisible de antes de un desborde en la cámara, la cota de terreno menos 1,0 metro. Para poder visualizar a través de desbordes cuando el criterio expuesto en el escenario III no se cumple. Es importante aclarar que un desborde en esta modalidad no implica necesariamente un desborde real.

#### Anexo 6 Memoria de cálculo de Saneamiento - Los Corderos.

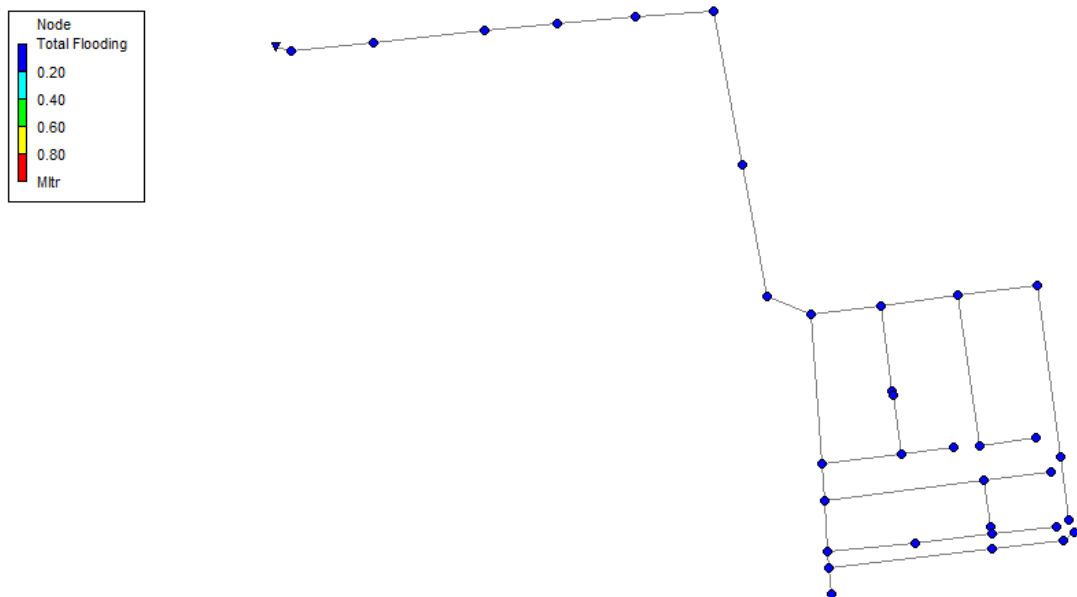
Proyecto de Mejoramiento Integral de los Asentamientos Nuevo Amanecer-Los Reyes. MVOTMA- DINISU / PMB.  
Setiembre de 2023.

**Figura 1-1 Planimetría modelo SWMM**



Se verifica la no existencia de desborde en la red.

**Figura 1-2 Resultado de la modelación**



**Anexo 6 Memoria de cálculo de Saneamiento - Los Corderos.**

Proyecto de Mejoramiento Integral de los Asentamientos Nuevo Amanecer-Los Reyes. MVOTMA- DINISU / PMB.

Setiembre de 2023.

PLANILLA CUENCA LOS CORDEROS Escenarios I y II

Tramo	Cámara AA	Cámara aa	Longitud (m)	Cota de terreno AA	Cota de terreno aa	Caudal puntual max (L/s)	Caudal tramo mín (L/s)	Caudal acum mín (L/s)	Caudal tramo máx (L/s)	Caudal acum máx (L/s)	Zampeado AA	Zampeado aa	Pendiente	Diámetro interior (mm)	Velocidad para Qmáx (m/s)	Velocidad Crítica (m/s)	Tensión tractiva para Qmín de diseño (Pa)	y/D	Cota dePelo de agua AA (m Wharton)	Cota dePelo de agua aa (m Wharton)
LC-C01-14	LC01-14	LC01-13	16.95	52.41	52.34		0.02	0.02	0.04	0.04	51.190	50.730	2.71%	192	0.26	1.01	10.58	2.26%	51.2	50.7
LC-C01-9	LC01-9	LC01-8	29.68	49.89	49.13		0.03	1.33	0.07	3.63	48.690	48.330	1.21%	192	0.74	3.02	5.55	22.61%	48.7	48.3
LC-C01-8	LC01-8	LC01-7	82.97	49.13	49.75		0.08	1.41	0.21	3.84	47.700	47.280	0.51%	192	0.55	3.36	2.70	29.01%	47.7	47.3
LC-C01-7	LC01-7	LC01-6	97.57	49.75	49.84		0.09	1.50	0.24	4.09	47.280	46.790	0.50%	192	0.56	3.41	2.68	30.01%	47.3	46.8
LC-C01-6	LC01-6	LC01-5	48.66	49.84	48.65		0.05	1.55	0.12	4.21	46.790	46.550	0.49%	192	0.56	3.43	2.64	30.62%	46.8	46.6
LC-C01-5	LC01-5	LC01-4	49.42	48.65	47.40		0.05	1.60	0.12	4.33	46.540	46.290	0.51%	192	0.57	3.44	2.70	30.88%	46.5	46.3
LC-C01-4	LC01-4	LC01-3	45.36	47.40	45.86		0.04	1.64	0.11	4.45	45.810	44.300	3.33%	192	1.12	2.82	12.44	19.46%	45.8	44.3
LC-C01-3	LC01-3	LC01-2	69.12	45.86	43.50		0.07	1.71	0.17	4.62	44.300	42.220	3.01%	192	1.09	2.88	11.48	20.33%	44.3	42.2
LC-C01-2	LC01-2	LC01-1	51.77	43.50	42.84		0.05	1.75	0.13	4.75	42.200	41.940	0.50%	192	0.58	3.52	2.68	32.45%	42.2	41.9
LC-C01-1	LC01-1	LC-EX1	9.33	42.84	42.73		0.01	1.76	0.02	4.77	41.940	41.890	0.54%	192	0.60	3.49	2.84	31.99%	41.9	41.9
LC-C08-3	LC08-3	LC08-2	40.13	53.91	52.90		0.04	0.04	0.10	0.10	52.390	51.310	2.69%	192	0.33	1.23	10.51	3.39%	52.4	51.3
LC-C08-1	LC08-1	LC01-12	54.64	52.60	52.33		0.05	0.14	0.14	0.36	51.070	50.790	0.51%	192	0.27	1.98	2.73	9.07%	51.1	50.8
LC-C02-5	LC02-5	LC02-4	39.84	53.70	53.51		0.04	0.04	0.10	0.10	52.200	52.000	0.50%	192	0.18	1.48	2.68	4.99%	52.2	52.0
LC-C02-4	LC02-4	LC02-3	106.96	53.51	52.19		0.10	0.14	0.27	0.37	52.000	50.750	1.17%	192	0.37	1.82	5.38	7.56%	52.0	50.8
LC-C02-3	LC02-3	LC02-2	49.31	52.19	50.96		0.05	0.19	0.12	0.49	50.750	49.480	2.58%	192	0.53	1.77	10.15	7.19%	50.8	49.5
LC-C02-2	LC02-2	LC02-1	48.74	50.96	50.24		0.05	0.41	0.12	1.14	49.460	49.030	0.88%	192	0.47	2.42	4.28	13.87%	49.5	49.0
LC-C02-1	LC02-1	LC01-9	43.35	50.24	49.89		0.04	0.54	0.11	1.50	49.010	48.710	0.69%	192	0.47	2.64	3.51	16.79%	49.0	48.7
LC-C07-1	LC07-1	LC06-1	29.66	52.84	52.48		0.05	0.05	0.14	0.14	51.390	50.980	1.38%	192	0.29	1.42	6.17	4.59%	51.4	51.0
LC-C05-1	LC05-1	LC02-2	94.20	52.17	50.96		0.15	0.18	0.44	0.53	50.970	49.480	1.58%	192	0.46	1.90	6.87	8.35%	51.0	49.5
LC-C05-2	LC05-2	LC05-1	35.36	53.23	52.17		0.03	0.03	0.09	0.09	51.600	50.970	1.78%	192	0.28	1.25	7.56	3.51%	51.6	51.0
LC-C04-3	LC04-2	LC04-1	32.76	52.17	51.82		0.03	0.03	0.08	0.08	50.580	50.400	0.55%	192	0.18	1.41	2.90	4.46%	50.6	50.4
LC-C03-1	LC03-1	LC02-1	53.73	52.48	50.24		0.08	0.08	0.25	0.25	50.980	49.030	3.63%	192	0.49	1.46	13.33	4.84%	51.0	49.0
LC-C06-1	LC06-1	LC01-11	100.25	52.48	51.60		0.10	0.18	0.25	0.49	50.980	49.710	1.27%	192	0.41	1.92	5.75	8.53%	51.0	49.7
LC-C01-10	LC01-10	LC01-9	93.16	51.35	49.89		0.09	0.77	0.23	2.06	49.290	48.710	0.62%	192	0.49	2.87	3.21	20.12%	49.3	48.7
LC-C01-11	LC01-11	LC01-10	23.20	51.60	51.35		0.02	0.54	0.06	1.45	49.710	49.310	1.72%	192	0.64	2.37	7.36	13.22%	49.7	49.3
LC-C01-12	LC01-12	LC01-11	31.56	52.33	51.60		0.03	0.34	0.08	0.89	50.140	49.710	1.36%	192	0.51	2.18	6.09	11.11%	50.1	49.7
LC-C06-2	LC06-2	LC06-1	41.65	53.49	52.48		0.04	0.04	0.10	0.10	52.130	51.280	2.04%	192	0.30	1.28	8.43	3.67%	52.1	51.3
LC-C09-2	LC09-2	LC09-1	44.21	53.89	53.07		0.04	0.05	0.11	0.13	52.310	51.610	1.58%	192	0.30	1.39	6.88	4.37%	52.3	51.6
LC-C09-1	LC09-1	LC01-13	102.20	53.07	52.34		0.10	0.15	0.26	0.39	51.550	51.040	0.50%	192	0.28	2.03	2.67	9.50%	51.6	51.0
LC-C01-13	LC01-13	LC01-12	9.86	52.34	52.33		0.01	0.17	0.02	0.46	50.730	50.140	5.98%	192	0.70	1.58	19.78	5.70%	50.7	50.1
LC-C09-3	LC09-3	LC09-2	8.97	53.87	53.89		0.01	0.01	0.02	0.02	52.360	52.310	0.56%	192	0.12	1.04	2.93	2.43%	52.4	52.3
LC-C08-2	LC08-2	LC08-1	48.16	52.90	52.60		0.05	0.08	0.12	0.22	51.310	51.070	0.50%	192	0.23	1.78	2.67	7.27%	51.3	51.1
LC-C10-1	LC10-1	LC04-1	36.70	52.51	51.82		0.06	0.06	0.17	0.17	51.000	50.300	1.91%	192	0.35	1.44	7.98	4.70%	51.0	50.3
LC-C04-1	LC04-1	LC01-10	49.79	51.82	51.35		0.05	0.14	0.12	0.38	50.300	49.500	1.61%	192	0.42	1.76	6.96	7.10%	50.3	49.5